

**DISEÑO DE SISTEMA PORTÁTIL PARA EL PRESERVADO DE LA GUADUA
ROLLIZA**

DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ BENAVIDES

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2008**

**DISEÑO DE MÁQUINA PORTÁTIL PARA EL PRESERVADO DE LA GUADUA
ROLLIZA**

DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ BENAVIDES

**Trabajo de grado para optar el título de
Ingeniero Mecatrónico**

**Director
Héctor Fabio Rojas
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIAS
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2008**

Nota de aprobación:

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los Requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

ANDRÉS FELIPE NAVAS ESCOBAR
Jurado

Santiago de Cali, 3 de Julio de 2008

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN	15
1 OBJETIVOS	17
1.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
2 PLANEACION DEL PROYECTO	18
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	18
2.2. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	19
2.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS	20
2.3.1. Especificaciones preliminares.	20
2.4. ANTECEDENTES	20
3 GENERACIÓN DE CONCEPTOS	26
3.1. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL.	26
3.1.1. Diagrama de la caja negra	26
3.1.2. Refinamiento en bloques de las funciones	27
3.1.3. Rama critica y desglose de subfunciones	28

3.2. GENERACION DE CONCEPTOS PARA SUBFUNCIONES	28
3.2.1. Sensor Nivel.	28
3.2.2. Sensor Presión.	29
3.2.3. Analizar información.	29
3.2.4. Toma de decisiones.	29
3.2.5. Mecanismo de Bombeo de Fluido.	29
3.2.6. Mangueras conectoras para guadua.	31
3.3. COMBINACION DE CONCEPTOS	33
3.3.1. Concepto A	34
3.3.2. Concepto B	35
3.3.3. Concepto C	36
3.3.4. Concepto D	37
3.3.5. Concepto E	38
4 SELECCIÓN DE CONCEPTOS	39
4.1. MATRIZ DE TAMIZAJE.	39
4.2. ASIGNACIÓN DE PONDERACIONES.	40
4.3. MATRIZ DE EVALUACIÓN	41
4.4. ESPECIFICACIONES FINALES	42

5 DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	43
5.1. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO	43
5.2. INTERACCIONES ENTRE ELEMENTOS FÍSICOS Y FUNCIONALES.	44
5.3. ESQUEMA DEL PRODUCTO	45
5.4. DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA	46
5.5. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES FUNDAMENTALES E INCIDENTALES	47
6 DISEÑO INDUSTRIAL	48
6.1. VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL	48
6.1.1. Necesidades Ergonómicas.	48
6.1.2. Necesidades Estéticas.	49
6.2. PREDOMINIO TECNOLÓGICO	50
6.3. IMPACTO DEL DISEÑO INDUSTRIAL	51
6.3.1. Interfaces del usuario.	51
6.3.2. Facilidades de mantenimiento y reparación.	51
6.3.3. Uso apropiado de los recursos.	51
6.3.4. Diferenciación del producto.	51
6.4. EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL DISEÑO INDUSTRIAL	52
7 DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE	53

7.1. ANÁLISIS DEL DISEÑO PARA MANUFACTURA (DPM)	53
7.1.1. Lista de componentes.	54
7.1.2. Impacto para el DPM sobre otros factores.	54
7.2. ANÁLISIS DEL DISEÑO PARA ENSAMBLE (DPE)	55
7.2.1. Reducción de costos de ensamble.	55
7.2.2. Maximizar la facilidad de ensamble.	55
8 PROTOTIPADO	57
9 DISEÑO DETALLADO	58
9.1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO	58
9.1.1. Sistema de transporte.	60
9.1.2. Agujeros para correas.	61
9.1.3. Sistema de carga.	62
9.1.4. Orificio Superior.	63
9.2. SISTEMA HIDRAULICO.	63
9.2.1. Mangueras de circulación.	64
9.2.2. Mecanismo De Bombeo A Presión.	64
9.2.3. Agarradera de Caucho para la guadua.	65
9.2.4. Válvula De Tres Vías.	67

9.2.5. Válvula Antirretorno.	68
9.2.6. Racores.	68
9.3. SISTEMA DE ALIMENTACION ELECTRICA	70
9.4. SISTEMA DE CONTROL	71
9.4.1. Sensor de Nivel Tipo Flota.	71
9.4.2. Esquema eléctrico.	72
10CONCLUSIONES	74
11RESULTADOS OBTENIDOS	75
BIBLIOGRAFIA	76

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Necesidades del cliente.	19
Tabla 2. Especificaciones técnicas preliminares.	20
Tabla 3. Tipos de Preservado.	24
Tabla 4. Interpretación de las letras codificadas.	25
Tabla 5. Matriz de tamizaje.	39
Tabla 6. Tabla de ponderación.	41
Tabla 7. Matriz de evaluación.	41
Tabla 8. Especificaciones finales.	42
Tabla 9. Lista general de componentes.	54

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Guadua rolliza dispuesta para preservado.	21
Figura 2. Guadua rolliza conectada a sistema de preservado.	22
Figura 3. Proceso de preservado (Método Boucherie).	22
Figura 4. Proceso Boucherie modificado.	23
Figura 5. Diagrama de la caja negra.	26
Figura 6. Descomposición funcional.	27
Figura 7. Rama critica de las subfunciones.	28
Figura 8. Detalle Concepto de Bomba Aspersora.	30
Figura 9. Detalle Concepto de Bomba Dosificadora.	30
Figura 10. Detalle Concepto de Bomba Hidráulica.	31
Figura 11. Detalle Concepto de Compresor.	31
Figura 12. Detalle Concepto con agarradera de caucho.	32
Figura 13. Detalle Concepto con agarradera tipo greaper.	32
Figura 14. Detalle Concepto con agarradera tipo mandril.	33
Figura 15. Detalle Combinación de conceptos.	33
Figura 16. Esquema Concepto A.	34
Figura 17. Detalle Concepto A.	34
Figura 18. Esquema Concepto B.	35
Figura 19. Detalle Concepto B.	35

Figura 20. Esquema Concepto C.	36
Figura 21. Detalle Concepto C.	36
Figura 22. Esquema Concepto D.	37
Figura 23. Detalle Concepto D.	37
Figura 24. Esquema Concepto E.	38
Figura 25. Detalle Concepto E.	38
Figura 26. Esquema Concepto DE.	40
Figura 27. Interacciones entre elementos físicos funcionales.	44
Figura 28. Esquema general del producto por bloques funcionales (Chunks).	45
Figura 29. Sistema portátil para el preservado de la guadua rolliza.	46
Figura 30. Interacciones incidentales.	47
Figura 31. Necesidades ergonómicas.	48
Figura 32. Necesidades estéticas.	49
Figura 33. Clasificación del producto.	50
Figura 34. Evaluación de calidad del diseño industrial.	52
Figura 35. Representación de los prototipos.	57
Figura 36. Tanque de almacenamiento.	58
Figura 37. Correa de transporte hombro – pecho.	60
Figura 38. Correa de transporte estomago – columna.	60
Figura 39. Agujeros para correas hombro – pecho.	61
Figura 40. Agujeros para correas estomago – espalda.	62
Figura 41. Manigueta de carga.	62

Figura 42. Orificio superior.	63
Figura 43. Mangueras primoflex 1/2".	64
Figura 44. Bomba Hidráulica para preservado.	64
Figura 45. Bomba Hidráulica (Vista Explosionada).	65
Figura 46. Agarradera para la guadua.	66
Figura 47. Agarradera para la guadua (Vista Explosionada).	67
Figura 48. Válvula de tres vías - 3/2.	67
Figura 49. Esquema de Sistema Hidráulico.	69
Figura 50. Batería para motocicleta.	70
Figura 51. Sensor Tipo Flota.	71
Figura 52. Contactor Reed Switch.	72
Figura 53. Esquema Eléctrico.	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Planos Detallados.	77
Anexo B. Pruebas de Penetración.	85
Anexo C. Futuras Mejoras	87

RESUMEN

En el presente documento se encuentra descrito el proceso completo de diseño para el desarrollo de un sistema portátil para el preservado de la guadua rolliza, a partir de la metodología de diseño concurrente para productos. Al mismo tiempo se exponen también las necesidades identificadas a partir de los requerimientos del cliente, las cuales son piezas claves para la generación de las especificaciones técnicas del producto, al mismo tiempo se realizará el respectivo análisis de los posibles competidores en el mercado más conocido como benchmarking, el estudio de los antecedentes de diferentes sistemas de preservado para guadua, esto con el fin de determinar el estado actual del producto, tanto en su funcionalidad como el papel que desempeña en el mercado nacional y mundial, para lograr así un importante aporte en cuanto a la evolución tecnológica del producto y sus adelantos a nivel mundial. Seguido a esto se procede con la generación y selección de conceptos para dar respuesta a las necesidades previamente especificadas. Adicional a esta información para presentar de manera explícita el desarrollo de la máquina, se presenta el diseño detallado del sistema con el fin de denotar la documentación del diseño mecánico soportado con planos de piezas, vistas explosionadas y modelo virtual del sistema, además de el proceso de manufactura y prototipado, con el cual se puede observar el sistema de manera integrada.

Por otra parte, se muestra la selección de los diferentes actuadores que se desean implementar, además los diferentes componentes que se identificaron para la construcción de los sistemas electrónicos y de control que se piensan emplear para el funcionamiento del sistema de inmunizado, seguido de su respectiva documentación.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Colombia se cuenta con diferentes recursos dispuestos para diferentes procesos ya sean de construcción, industriales y artesanales, sin embargo nos hemos concientizado y acostumbrado a utilizar los recursos más comunes, dejando a un lado aquellos que aunque no se han explotado en su mayor expresión hacen parte importante a nivel forestal en nuestro país, como lo es la Guadua Angustifolia.

En el contexto nacional se tiene una connotación equivocada donde la guadua es el sinónimo de estancamiento y pasado, que aunque los buenos resultados obtenidos por los asiáticos se hallan paralizados, no quiere decir que la evolución tecnológica no permita desarrollar y explotar este recurso, es por esto que lejos de aprender y no por causas políticas o disposiciones culturales, la pobre utilización de la guadua, se ve reflejada en aplicaciones demasiado básicas y escasas, olvidando la importante intervención en la zona industrial donde de seguro se lograrían obtener un sinnúmero de útiles elementos usando como materia prima la guadua.

“La guadua, como todo bambú, no posee corteza, pero a su vez tiene una epidermis dura y cutinizada, cubierta con una capa cerosa que la hace impermeable y evita la evaporación del agua que contienen sus paredes.”¹

Según Ximena Londoño Pava, Presidente de la Sociedad Colombiana de Bambú, esta especie está dotada y rodeada de condiciones que la hacen ideal para distintos campos de aprovechamiento. Señala por ejemplo, que se trata de un recurso sostenible y renovable porque se automultiplica vegetativamente, es decir, que no necesita de semilla para reproducirse como ocurre con algunas especies maderables.²

Este proyecto se basa en el tratamiento de la guadua, que al ser cortada pueda mantener sus propiedades físico-mecánicas a largo plazo, con el fin de que esta pueda ser utilizada en los diferentes procesos para los cuales se la tenga dispuesta, esto mediante un preservado o inmunizado, utilizando una serie de

¹ CONTRERAS, Jaime. Inmunización de la guadua [en línea]. Bogotá: Universidad Nacional, 2003. [Consultado 10 de Marzo de 2008]. Disponible en Internet:

<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/Bambu/inmunizacion.pdf>

² COLORADO, Alexandra. La Guadua, Una Maravilla Natural de Grandes Bondades y Promisorio Futuro [en línea]. Bogotá: revista – M&M, 2003. [consultado 10 de septiembre de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.revista-mm.com/rev34/guadua.htm>

químicos, tales como el ácido bórico, dicromato de sodio, entre otros, estos sintéticos se combinan y forman un líquido preservante llamado pentaborato, el cual es el más común para este tipo de procesos.

Existen varios métodos para el preservado de la guadua rolliza, como lo es el de baño caliente-frío mediante el uso de bórax, ácido bórico y dicromato de sodio, el que utiliza sulfato de cobre, ácido bórico y dicromato de sodio, o el método de vacío y presión, mediante el uso de sales CCA, como cobre, cromo y arsénico, con esto se pretende alcanzar un inmunizado óptimo, en el menor tiempo posible, y además con el estricto uso de los químicos preservantes, para así obtener mayor cantidad de guadua lista para procesar en cualquier momento, y de esta manera agilizar el proceso, tanto en la zona de cosecha, hasta la zona de procesamiento.

A estas características se suma que la *Guadua angustifolia* posee propiedades estructurales sobresalientes, que no sólo superan a las de la mayoría de las maderas sino que además pueden ser comparadas con las del acero y algunas fibras de alta tecnología. Londoño afirma que la especie absorbe gran cantidad de energía, admite grandes niveles de flexión y que por lo tanto es ideal para levantar construcciones sísmo resistentes, muy seguras y a costos muy bajos³.

Este proyecto de pasantía busca incrementar el desarrollo tecnológico y agilizar los procesos de transformación de la guadua haciendo de este una verdadera industria en Colombia; Manteniendo la fabricación artesanal y al mismo tiempo magnificando el campo industrial tecnificado. Actualmente para preservar la guadua, se necesita un tiempo bastante prolongado, aproximadamente de hasta 5 días, además la maquinaria que se utiliza, debido a que es muy grande, es muy difícil de movilizar, por lo cual es fija en el lugar de procesamiento, sin embargo la finalidad del proyecto, es el diseño de un sistema portátil que cumpla la misma función de los sistemas ya existentes.

³ Ibíd., Disponible en Internet: <http://www.revista-mm.com/rev34/guadua.htm>

1 OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

- El objetivo general del proyecto es el de realizar el diseño de una máquina portátil para el preservado de la guadua rolliza, recolectando información que permita determinar las especificaciones técnicas del diseño y que puedan considerar una opción factible de construcción en un futuro.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los parámetros de diseño y las especificaciones técnicas del sistema de preservado de la guadua rolliza
- Realizar el diseño detallado del sistema mecánico.
- Realizar el diseño detallado del sistema eléctrico.
- Realizar el diseño del sistema de control.
- Realizar un modelo 3D del diseño del sistema portátil para el preservado de la guadua rolliza.

2 PLANEACION DEL PROYECTO

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Actualmente en Colombia, el tratamiento para el preservado de la guadua angustifolia toma mucho tiempo, aproximadamente entre 3 y 5 días, aunque ya existen métodos de carácter tecnológico para reducir la duración del proceso a un lapso mucho menor de aproximadamente 45 minutos o menos, sin embargo este proceso está muy poco implementado, debido a su costosa fabricación.

Los sistemas de preservado actuales pueden procesar aproximadamente hasta 20 guaduas al tiempo, sin embargo esto significaría que en 5 días obtendríamos listas 20 guaduas para trabajar, con lo cual, al mes se tendrían 100, por lo tanto, sería muy poco productivo esperar tanto para tener un lote de tan pocas guaduas para procesar, teniendo en cuenta que para la producción de una sola lamina de 1m x 1m x 9mm, se necesitarían al menos 9 guaduas de 1 metro cada una, utilizadas solo en la parte basal.

Otro inconveniente, es que para los artesanos que utilizan la guadua para desarrollar sus productos, se les dificulta tener activa participación a la zona de preservado, ya que ellos tan solo esperan preservar una mínima cantidad de guadua y la maquinaria de preservado industrial tiene una capacidad para una cantidad mayor, además estas maquinas están ubicadas de manera fija en el sitio de procesamiento de la guadua y una vez instaladas no se pueden movilizar, es por esto que a los artesanos se les dificulta también el acceso a las mismas, debido a que el lugar de cosechado está bastante retirado con respecto a la zona de preservado.

Se requiere con este proyecto, desarrollar el diseño de una maquina portátil para preservar la guadua rolliza. Uno de los problemas que debe afrontar el diseño es la durabilidad de los elementos de almacenamiento del líquido preservante (tanque), ya que es necesario utilizar un material que los soporte y que no sufra daño por corrosión o desgaste. Otro problema que presenta el sistema, es que debe ser portátil, por lo cual es necesario realizar una serie de adaptaciones a partir de metodologías de preservado, tomando en cuenta que el diseño debe tener lo mejor de cada procedimiento, es decir, un mínimo tiempo de preservado, reutilización de los líquidos preservantes, y un optimo preservado de la guadua. Para dar solución a los problemas anteriores, este proyecto pretende determinar las especificaciones técnicas de la maquina, que sea portátil, y que signifique una economía al momento de realizar el preservado de la guadua, tanto en el aspecto energético, como en la utilización de los componentes químicos, que el tiempo del

proceso sea pequeño, y que en definitiva la guadua, al terminar el proceso, quede óptimamente preservada y dispuesta para su manejo de acuerdo a como se requiera.

Es por esto que la Pontificia Universidad Javeriana seccional Cali, a través del Centro de Automatización de Procesos – CAP, en convenio con El Ministerio de Agricultura, plantea el proyecto de diseño de una máquina portátil para el preservado de la guadua rolliza, que hace parte del “Desarrollo de un centro piloto de procesamiento preindustrial de guadua en el Departamento del Valle del Cauca”.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Las necesidades se lograron identificar a partir de los requerimientos encontrados mediante una serie de encuestas que se realizaron en la primera fase de investigación para el desarrollo del centro piloto de procesamiento preindustrial de guadua, las cuales fueron ejecutadas por la Universidad Javeriana, además se tomaron datos de encuestas realizadas a empresas en este sector.

Mediante la recopilación de los datos anteriores y las tendencias del mercado se lograron identificar las siguientes necesidades del cliente:

Tabla 1. Necesidades del cliente

#	Necesidad	Imp.
1	La máquina es fácil de manejar.	5
2	La máquina podrá ser trasladada por un solo operario.	5
3	La máquina será cómoda para el operario.	4
4	La máquina será automática.	3
5	La máquina aportará seguridad al operario.	5
6	La máquina funcionará todo un día laboral	4
7	La máquina preserva la guadua en poco tiempo.	5
8	El sistema es estable en su estructura.	5
9	La máquina es especializada en su diseño.	5
10	La máquina será de fácil mantenimiento.	4
11	La máquina será productiva.	5
12	La máquina será capaz de preservar más de una guadua a la vez	4
13	Los componentes de la máquina estarán en el mercado.	4

2.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Se procede a relacionar las necesidades del cliente con el fin de encontrar ciertos parámetros que sirvan como cuantificadores de dichos requerimientos, los cuales servirán de guía para el desarrollo del sistema.

2.3.1. Especificaciones preliminares.

Tabla 2. Especificaciones técnicas preliminares.

#	NECESIDAD	ESPECIFICACIONES TECNICAS	IMP	UNIDADES	VALOR
1	1	Tiempo de aprendizaje para el manejo de la máquina.	5	Min	30
2	2,3,8	Portabilidad del sistema	4	Subj	5
3	4,6	Autonomía	4	Min	240
4	5	Seguridad	5	%	95
5	13	Elementos de fácil consecución	4	Subj	5
6	6,7,11,12	Productividad	4	m/min	0.6
7	9	Preservado para guadua <i>angustifolia Kunth</i>	5	%	100
8	10	Mantenimiento	4	Subj	4

➤ Premisas de diseño:

- El líquido preservante que se utilizara para el proceso será el pentaborato, debido a que es el más común a nivel comercial.
- La guadua a utilizar será la que se encuentra clasificada como guadua *angustifolia kunth* y tendrá un diámetro aproximado de 12 cm, con una tolerancia de 2cm.

2.4. ANTECEDENTES

Las metodologías de preservado de la guadua son muy diversos, pero todos conllevan a un proceso similar, basado en el método "Boucherie", el cual consiste en ubicar la guadua y conectarla mediante manqueras provenientes de un tanque, y de ahí inyectar el líquido preservante, sin embargo este proceso es muy engorroso, debido a que requiere de mucho tiempo para completar el preservado y de un sistema muy grande, además de utilizar una gran cantidad de líquido, y con la limitación que el proceso es fijo, es decir no se puede movilizar.

Se han encontrado casos de empresas que utilizan este método

Empresa 1: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. “Método Boucherie”

Es una empresa costarricense que en el sistema de preservado el operario se encarga de acomodar las guaduas, de tal forma que las mangueras conectoras no interfieran entre ellas (ver figura 2), completado este proceso el usuario deja correr el líquido preservante ubicado en el tanque, que está a una altura superior a la guadua, de tal forma que el líquido se vierte mediante la gravedad (ver figura 3), luego de esto se debe esperar cierto periodo (5-6 días), con el fin de que la guadua absorba la mayor cantidad de preservante, el líquido es absorbido de igual manera por la transpiración de las hojas.

Figura 1. Guadua rolliza dispuesta para preservado.



Fuente: MORALES, David. Tratamiento de la madera [en línea]. Costa Rica: CATIE, 2006. [Consultado el 17 de marzo de 2008]. Disponible en internet: <http://web.catie.ac.cr/guadua/tratamien.htm>

Figura 2. Guadua rolliza conectada a sistema de preservado.



Fuente: MORALES, David. Tratamiento de la madera [en línea]. Costa Rica: CATIE, 2006. [Consultado el 17 de marzo de 2008]. Disponible en internet: <http://web.catie.ac.cr/guadua/tratamien.htm>

Figura 3. Proceso de preservado (Método Boucherie).



Fuente: MORALES, David. Tratamiento de la madera [en línea]. Costa Rica: CATIE, 2006. [Consultado el 17 de marzo de 2008]. Disponible en internet: <http://web.catie.ac.cr/guadua/tratamien.htm>

Empresa 2: Preservado a presión

En otras empresas tanto colombianas como internacionales, se utiliza el método mencionado pero con una serie de modificaciones, el operario realiza básicamente el mismo proceso descrito anteriormente (Método Boucherie), la única diferencia es que en vez de inyectar el líquido por medio de la gravedad, este es introducido por la presión que despiden un compresor, el cual suministra el líquido a través de la manguera, hacia la guadua, logrando preservarla. Este proceso es muy bueno, ya que a diferencia del anterior, solo se necesitan entre 3 y 5 horas para preservar

una guadua, esto conllevaría a aumentar la producción ya que se podrían tratar varias guaduas al tiempo.

Este método es uno de los más usados en la industria de guadua, y se pueden observar varias empresas colombianas que lo utilizan, como lo es Sig - Guadua (Eje cafetero), entre otras.

Figura 4. Proceso Boucherie modificado



Fuente: MORALES, David. Preservación de la madera [en línea]. Costa Rica: CATIE, 2006. [Consultado el 17 de marzo de 2008]. Disponible en internet: <http://web.catie.ac.cr/guadua/preservacion.htm>

De acuerdo a la aplicación final del bambú se debe disponer de los químicos así:

Tabla 3. Tipos de Preservado

Aplicación del Bambú Tratado	Tipo de Preservativo	Concentración	Absorción lbs/pie ³ Sal seca	Duración del Tratamiento En Horas	Años de Servicio esperado.
1.- Para uso a la intemperie y en contacto con el suelo					
Postes para cercos, astas, andamios, etc.	A a C	AC 8, B - 4	A,B,C, 0.3 A 0.4	3-4	10-15
Soporte para plantas	E	E - 10	0.3	2	8 - 10
2.Construcción de Vivienda					
Cercas pares, cabios y columnas	A a E	A & C – 6 B-3;D-8	A a D – 0 0.2 a 0.3 E 0.5	2-3	15-20
Persianas, cielo Rasos, paneles para puertas	F,G,H,I	E-10, F,G,H – 6 1-2	0.1 – 0.2	1	10
3.- Refuerzos					
Refuerzo en concreto	F & F	6	0.2	1 – 2	25 - 30
Refuerzo en muros recubiertos con barro	D & E	D-6; E-8	0.2 A 0.3	2	10 - 15
4.- Artículos artesanales					
Canastas, zarandas, tamiz, etc.	G & H	5	0.1	0.5	5 - 8
5.- Usos Profilácticos	A G & H	5	0.1	0.5	5 - 8
6.- Protección del Fuego					
Parte interna de la casa	J	25	2 a 3	6 a 8	15 - 20
Al aire libre	J	25	2 a 3	6 a 8	10 – 15

Fuente: GONZALES, Jorge. Manual de producción de Bambú [en línea]. México: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 2007. [Consultado el 29 de marzo de 2008]. Disponible en internet:<http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/56148.235.138.1327-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION.pdf>

Tabla 4. Interpretación de las letras codificadas.

LETRA IDENTIFICADORA	PRODUCTO	RELACION
A	Pentóxido de arsénico	1:3:4
	Sulfato de cobre cristalizado	
	Dicromato de sodio	
B	Sales de Bolinden	5,6:5,6:0.25
	Sulfato de cobre	
C	Dicromato de sodio	
	Ácido acético	
	Ácido bórico	
D	Sulfato de cobre cristalizado	1,5:3:4
	Dicromato de sodio	
E	Cloruro de zinc	1:1
	Dicromato de sodio	
F	Cloruro de zinc	5:1,5
	Dicromato de sodio	
G	Ácido bórico	2:2:0.5
	Borax	
	Dicromato de sodio	
H	Ácido bórico	1:1
	Borax	
I	Pentaclorofenato de sodio	
	Composición antiséptica a prueba de fuego	
J	Ácido bórico	3:1:5:6
	Sulfato de cobre cristalizado	
	Cloruro de zinc	
	Dicromato de sodio	

Fuente: GONZALES, Jorge. Manual de producción de Bambú [en línea]. México: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 2007. [Consultado el 29 de marzo de 2008]. Disponible en internet:<http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/56148.235.138.1327-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION.pdf>

3 GENERACIÓN DE CONCEPTOS

En esta etapa de diseño se procede a descomponer el problema en las funciones más notables, con el fin de clarificar el sistema. Gracias a esto es posible identificar los problemas y subproblemas de carácter crítico para el diseño de la maquina.

3.1. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL.

En esta etapa se plantea el problema de una manera general, es decir, sin tomar en cuenta el comportamiento interno del sistema, a este método se le denomina “Diagrama de caja negra”.

De acuerdo a esta metodología se identifican las entradas y salidas que se generan en el sistema, de tal manera que se pueda descomponer el mismo en subproblemas con el fin de brindar un conocimiento más detallado y posterior a esto poderlo analizar internamente mediante la descomposición funcional.

3.1.1. Diagrama de la caja negra

Figura 5. Diagrama de la caja negra.

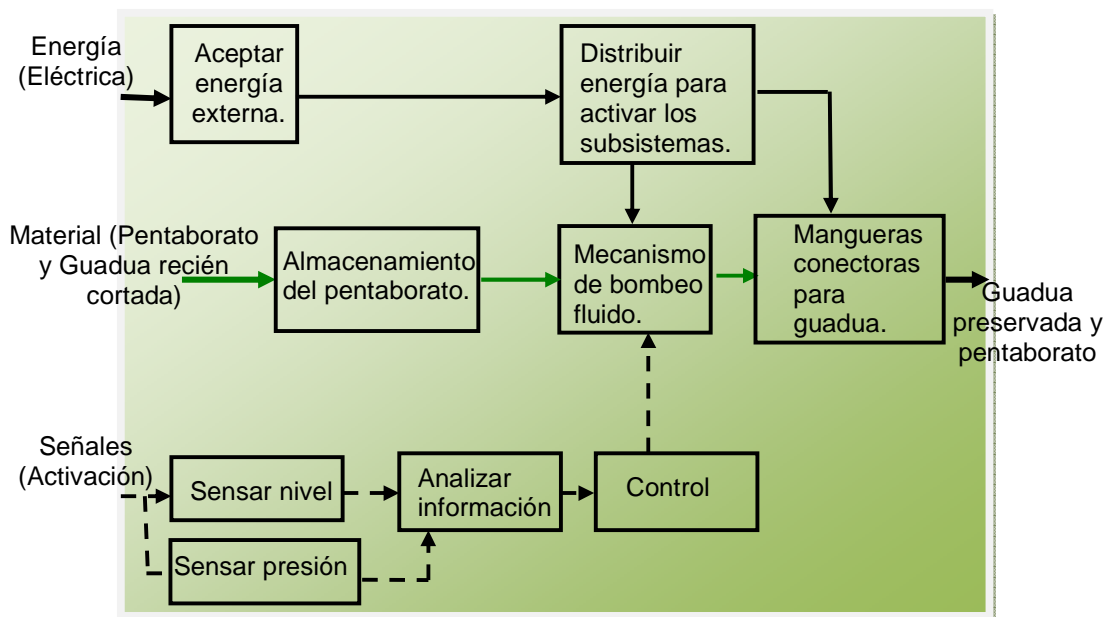


Luego de observar el diagrama de la caja negra, se procede a realizar la descomposición funcional, la cual mostrara a un nivel mas interno el funcionamiento del sistema mediante subfunciones que suplirán todas las tareas que deberá cumplir la maquina, sin especificar de qué manera las va a realizar, debido a que esto limitaría el proceso de diseño a una sola solución, lo cual no sería favorable.

Ahora se procede con la descomposición de tareas que se ejecutaran y la relación existente entre ellas con el fin de efectuar el propósito del sistema, además esto sirve como punto de partida para la generación de conceptos de cada una de las subfunciones para que la máquina resulte de la manera más óptima posible.

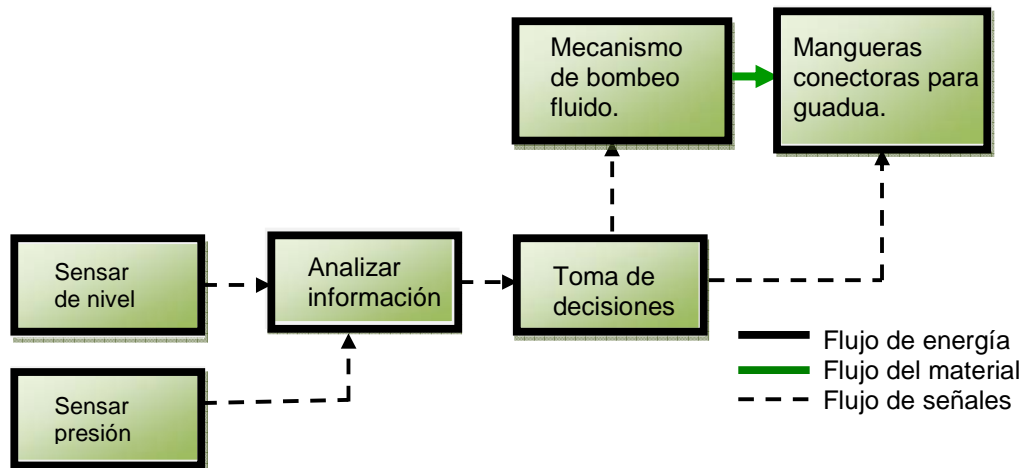
3.1.2. Refinamiento en bloques de las funciones

Figura 6. Descomposición funcional.



3.1.3. Rama crítica y desglose de subfunciones

Figura 7. Rama crítica de las subfunciones.



Según la figura 7 se puede observar las subfunciones más críticas que se han logrado identificar, de acuerdo a esto se procederá a la generación de conceptos con el fin de clarificar un poco más el problema enfrentado.

3.2. GENERACION DE CONCEPTOS PARA SUBFUNCIONES

Se han generado una serie de conceptos para cada una de las subfunciones, sin embargo solo se justificarán aquellos que pertenecen a la rama crítica ya especificada, debido a que son los más relevantes para el diseño.

3.2.1. Sensar Nivel. Para esta subfunción se requiere establecer las condiciones iniciales del dispositivo, es decir, que ninguno de los actuadores funcionen a menos que el tanque se encuentre con el líquido preservante suficiente. Para esto se propuso lo siguiente:

- Sensores de Nivel Flotador
- Sensores de Nivel Ultrasónicos
- Sensores de presión absoluta
- Sensores de presión diferencial

3.2.2. Sensar Presión. Es una de las funciones más importantes debido a que depende de esta que el proceso tenga calidad y optimización, ya que la presión de preservado debe ubicarse en un rango especificado. Para esto se propuso lo siguiente:

- Sensor de presión manométrico.
- Sensor de presión absoluta.
- Sensor de presión diferencial.
- Racor para disminuir flujo y presión.

3.2.3. Analizar información. Esta subfunción es aquella que recibe la información proveniente de los sensores y la transforma en datos tales que el sistema de control sea capaz de procesarla. Para esto se plantearon las siguientes opciones:

- Microcontrolador (PIC 16F87X, Atmel 89C5XX)
- Circuito acondicionador de señal

3.2.4. Toma de decisiones. Esta subfunción es la encargada de recibir toda la información proveniente de los sensores y la transforma en datos tales que el sistema de control sea capaz de procesarla y al mismo tiempo manipularla con el fin de brindar la inteligencia y el automatismo necesario a la máquina, para que a partir de esto el sistema se comporte de una manera más precisa y pueda efectuar la acción de preservado para la cual se requiere su diseño, es por esto que a continuación se plantearan las diferentes familias de microcontroladores más idóneas para esta función:

- Microcontrolador
- Circuito acondicionador de señal

3.2.5. Mecanismo de Bombeo de Fluido. Esta subfunción es sin duda la más importante del proceso, debido a que es la encargada de impulsar el líquido preservante haciéndolo llegar a la guadua, es por esto que es necesario tener en cuenta el caudal, la presión ejercida y por supuesto el preservante, ya que es de vital importancia. Para esto se han tenido en cuenta las siguientes opciones:

- Bomba aspersora.
- Bomba dosificadora.
- Bomba hidráulica.
- Compresor.

Figura 8. Detalle Concepto de Bomba Aspersora.



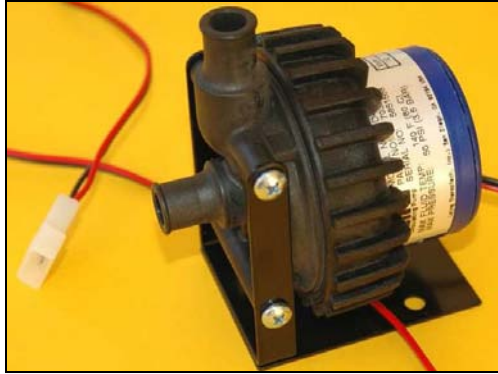
Fuente: Implementos Agrícolas [en línea]. México: ANTARIX, 2007. [Consultado el 4 de abril de 2008]. Disponible en internet:
http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.antarix.com.mx/images/implementos/aspersoras/JGOSCN30.jpg&imgrefurl=http://www.antarix.com.mx/aspersoras.htm&h=160&w=300&sz=5&hl=es&start=42&um=1&tbnid=7du6SyZ_Mz5D0M:&tbnh=62&tbnw=116&prev=/images%3Fq%3DASPERSORA%26start%3D36%26ndsp%3D18%26um%3D1%26hl%3Des%26rlz%3D1T4ADBF_esCO274CO275%26sa%3DN

Figura 9. Detalle Concepto de Bomba Dosificadora.



Fuente: Equipos de dosificación [en línea]. México: Novatec Fluid System S.A., 2007. [Consultado el 4 de abril de 2008]. Disponible en internet:
http://www.novatecfs.com/equipos_dosificacion.htm

Figura 10. Detalle Concepto de Bomba Hidráulica.



Fuente: Bomba de Agua DangerDen [en línea]. España: COOLMOD, 2006. [Consultado el17 de abril de 2008]. Disponible en internet:
<http://www.hard-h2o.com/review/bombas/dangerden-d4.html>

Figura 11. Detalle Concepto de Compresor.



Fuente: Compresores Silenciosos [en línea]. España: Interempresas, 1997. [Consultado el17 de abril de 2008]. Disponible en internet:
http://www.interempresas.net/Hidraulica_Neumatica/FeriaVirtual/ResenyaProducto.asp?R=21849

3.2.6. Mangueras conectoras para guadua. Esta subfunción se encarga de transportar el líquido preservante desde el tanque hacia las guadas con el fin de lograr la acción de preservado, para este concepto es necesario tener en cuenta dos aspectos.

El primero de ellos lleva a analizar la manguera a utilizar, debido a que se debe pensar en que el material preservante no la dañe y pueda circular de una manera efectiva y constante.

En segunda instancia es preciso denotar que el diámetro de las guaduas no es el mismo entre sí, es por esto que se requiere un mecanismo que se acople a diferentes tipos de diámetros para que el líquido no se derrame en el momento del preservado.

Para este propósito se diseñó la manguera conectora para diferentes tipos de diámetro de guadua, y se tomaron en cuenta las siguientes formas:

- Manguera con agarradera de caucho.
- Manguera con agarradera tipo greaper.
- Manguera con agarradera tipo mandril.

Figura 12. Detalle Concepto con agarradera de caucho.

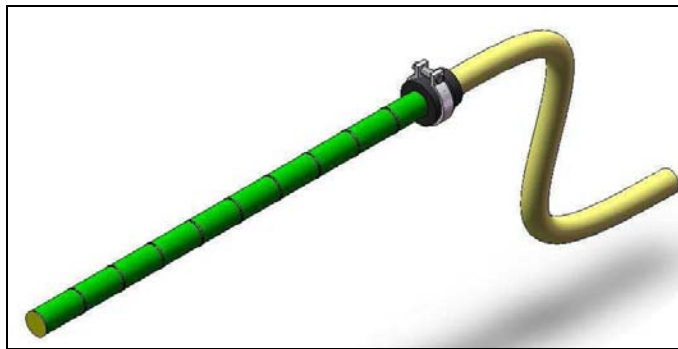


Figura 13. Detalle Concepto con agarradera tipo greaper.

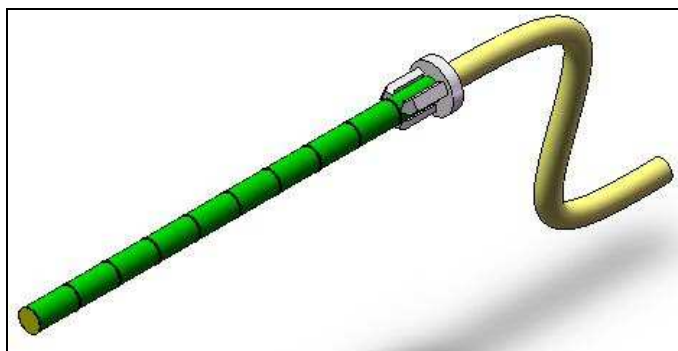
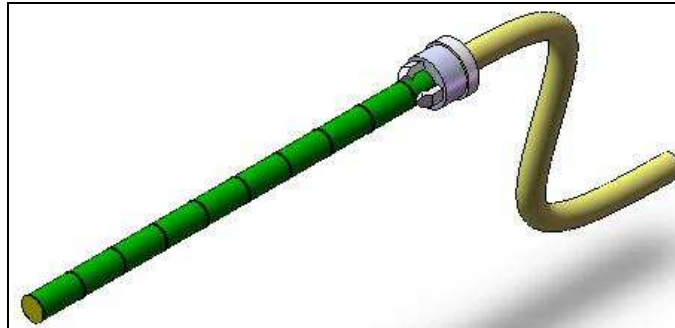


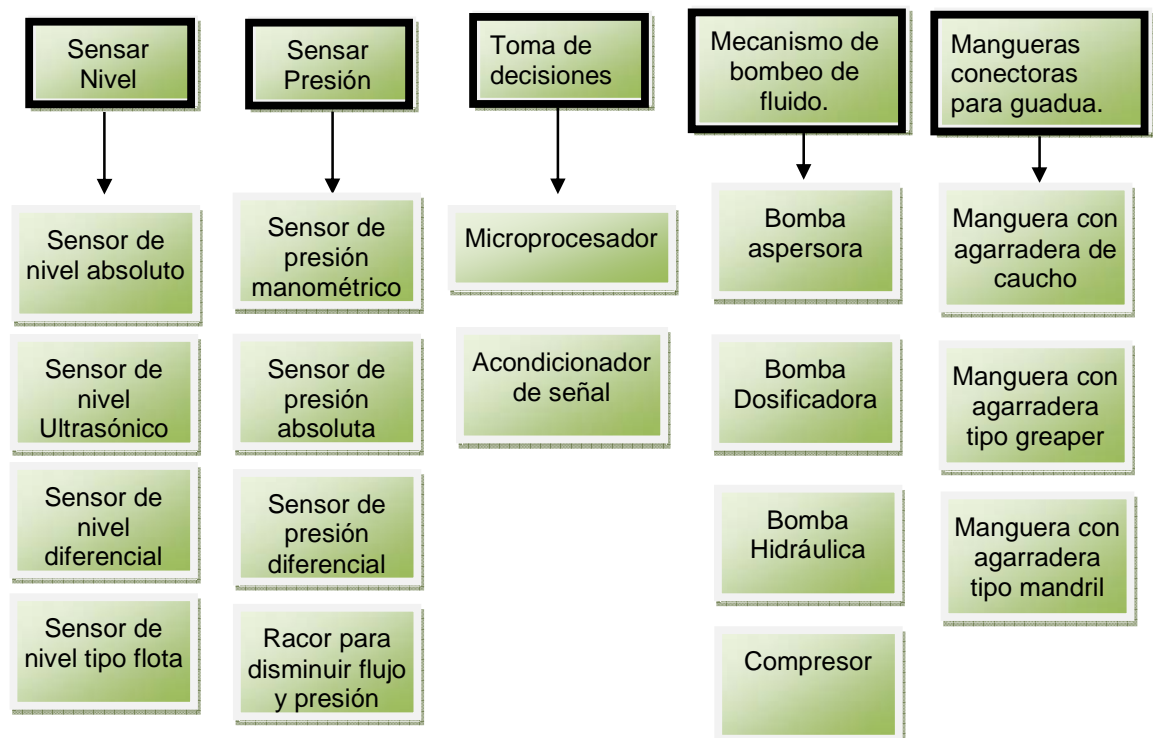
Figura 14. Detalle Concepto con agarradera tipo mandril.



3.3. COMBINACION DE CONCEPTOS

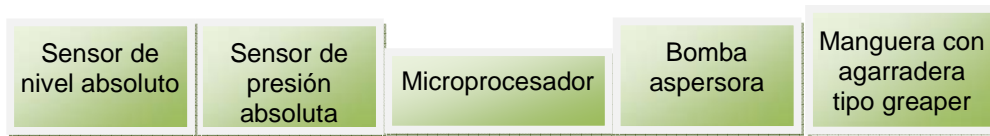
En esta fase del diseño nos permite identificar las posibles combinaciones de soluciones para las subfunciones, evaluarlas y obtener la mejor solución para el sistema de prensado de latas de guadua

Figura 15. Detalle Combinación de conceptos.



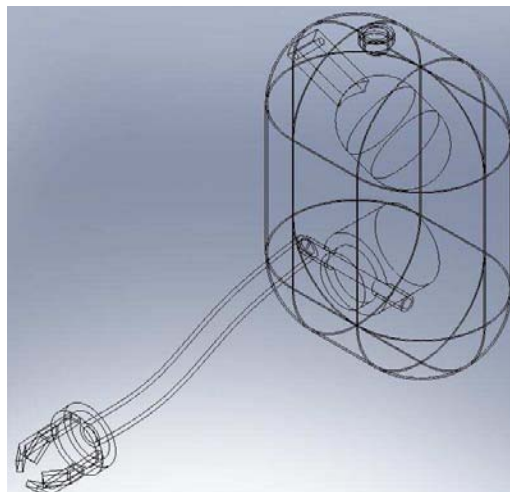
3.3.1. Concepto A

Figura 16. Esquema Concepto A.



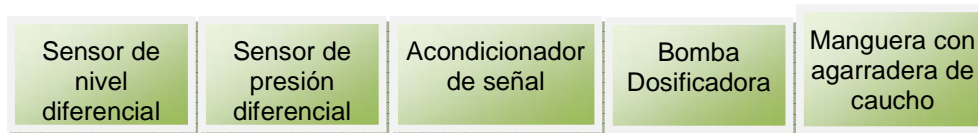
Sistema automático portátil con sensores absolutos de nivel y presión para controlar el proceso de preservado. Microcontrolador PIC 16F87X para identificar y procesar la información sensada y acoplar dicha información a los actuadores que se encuentran en el sistema. En la etapa de expulsión del preservante se usa una bomba de aspersión la cual dosificará el líquido preservante a cierta presión con el fin de realizar la función de preservado, este líquido viajara a través de una manguera la cual ira conectada a la guadua mediante una agarradera tipo greaper.

Figura 17. Detalle Concepto A.



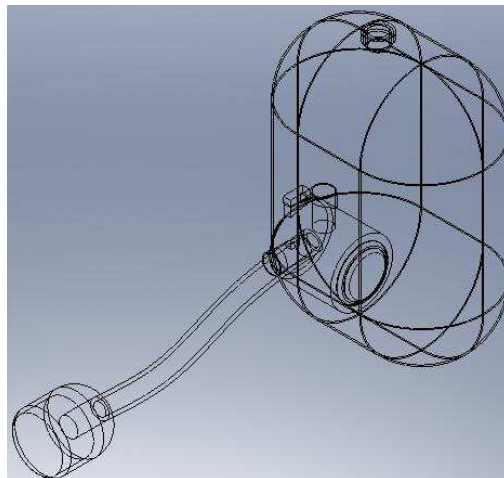
3.3.2. Concepto B

Figura 18. Esquema Concepto B.



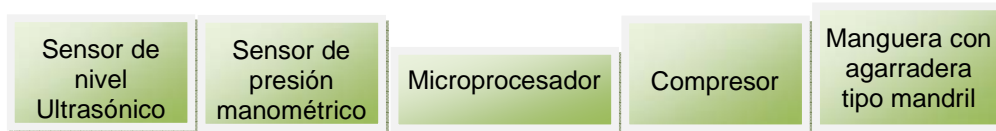
Sistema automático portátil con sensores diferenciales de nivel y de presión para controlar la cantidad y fuerza de dosificación del líquido. Circuito de acondicionamiento tipo ON/OFF el cual trabaja con las señales que entregan los sensores con el fin de controlar el encendido y apagado de la bomba dosificadora y evitar que esta trabaje sin líquido. Para agarrar la guadua se tiene una manguera con una agarradera de caucho para evitar fugas y pérdidas de presión.

Figura 19. Detalle Concepto B.



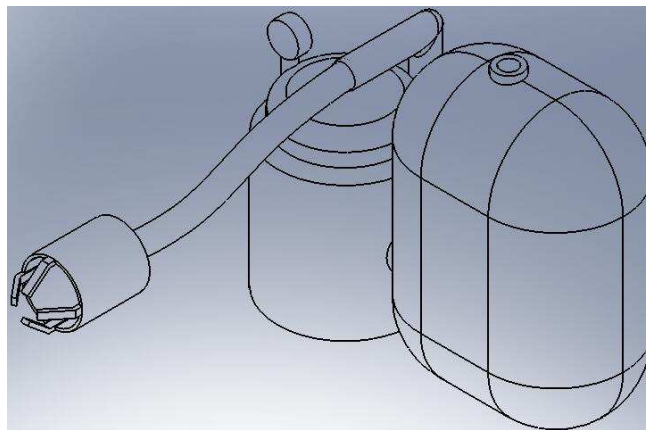
3.3.3. Concepto C

Figura 20. Esquema Concepto C.



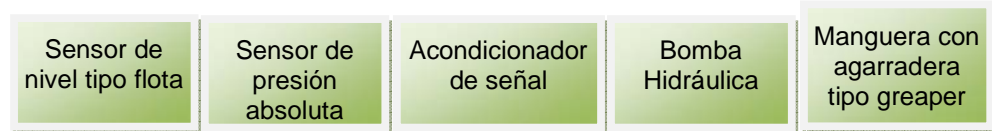
Sistema automático de preservado portátil con sensor de nivel ultrasónico que mida la cantidad de líquido preservante en el tanque, además de un sensor manométrico para medir la presión que ejerce el compresor. El control del proceso está dado por un Microcontrolador de la familia Atmel 89C5XX que permita adquirir las señales que son entregadas por los sensores y lograr así variar las condiciones del proceso de manera autónoma. Para la conexión de la guadua se tiene una manguera la cual lleva agarraderas tipo mandril con el fin de acoplarse a los diferentes diámetros que se encuentran.

Figura 21. Detalle Concepto C.



3.3.4. Concepto D

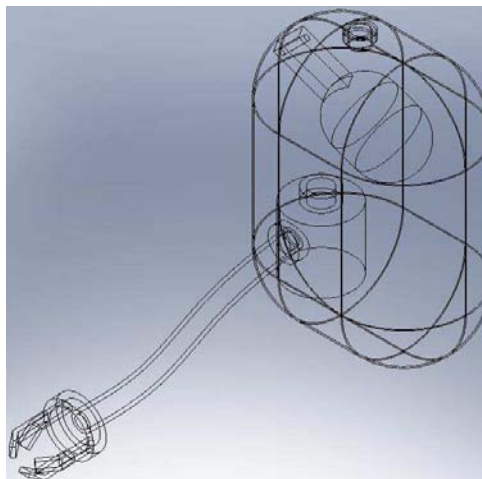
Figura 22. Esquema Concepto D.



Sistema automático de preservado portátil con sensor de nivel tipo flota para medir la cantidad de líquido en el tanque, además de un sensor de presión absoluta que mida la fuerza de expulsión del líquido provocada por la bomba hidráulica. El proceso estará controlado por un circuito acondicionador tipo de señal ON/OFF que se encargue de adquirir las lecturas que provienen de los sensores y controle la bomba hidráulica con el fin de que esta no funcione cuando no hay preservante.

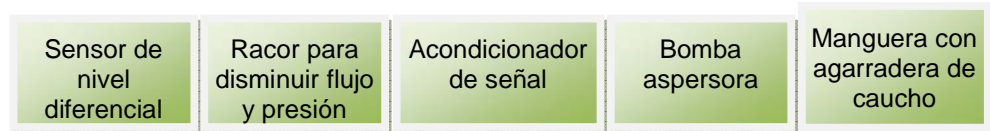
Para la conexión de la guadua se tiene una manguera con agarraderas tipo greaper que se adapta a diferentes diámetros.

Figura 23. Detalle Concepto D.



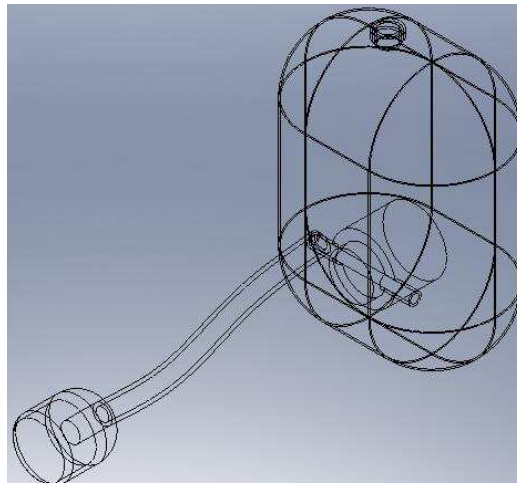
3.3.5. Concepto E

Figura 24. Esquema Concepto E.



Sistema automático de preservado portátil con un sensor diferencial de nivel el cual establece dos estados del líquido en el tanque (lleno y vacío), además de utilizar racores que disminuyen el flujo y la presión con la que se expulsa el líquido preservante. Para controlar el sistema se tiene un circuito acondicionador de señal tipo ON/OFF que tome la señal que entrega el sensor de nivel tipo flota y permita encender la bomba cada vez que haya líquido para expulsar y que de igual manera la apague cuando no haya preservante. Para la conexión de la guadua se tienen agarraderas de caucho las cuales evitan que el líquido preservante se derrame por lo que pudiesen haber pérdidas en la presión y la cantidad del mismo.

Figura 25. Detalle Concepto E.



4 SELECCIÓN DE CONCEPTOS

En la fase de selección de conceptos se evalúan las diferentes posibilidades de diseño y se califican mediante una matriz de tamizaje con el fin de definir la mejor que cumpla con los criterios y requerimientos del sistema, posteriormente serán evaluadas para así ver cuales conceptos califican para optar por la mejor alternativa de diseño.

4.1. MATRIZ DE TAMIZAJE.

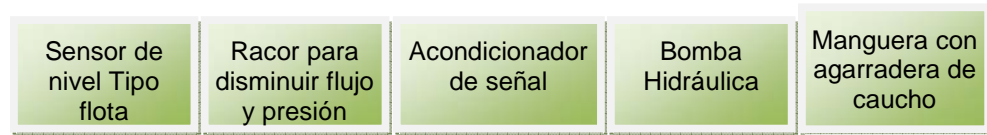
Esta matriz se usa como filtro para continuar con aquellos conceptos que son los más apropiados para el proceso de diseño. Dicho filtro se genera mediante la comparación de cada uno de los conceptos con una referencia (Concepto B) y asignándole una calificación de, igual que (0), mejor que (+) y peor que (-).

Tabla 5. Matriz de tamizaje

Criterios de selección	Concepto				
	A	B (Ref.)	C	D	E
Preserve la guadua	0	0	0	+	0
Tiempo de preservado	0	0	0	+	0
Simplicidad en el diseño	0	0	-	+	+
Portabilidad	0	0	-	0	+
Fácil de utilizar	+	0	-	+	+
Autonomía	+	0	0	0	0
Positivos	2	0	0	4	3
Iguals	4	6	3	2	4
Negativos	0	0	3	0	0
Total	2	0	- 3	4	3
Orden	3	4	5	1	2
¿Continúa?	SI	SI	No	Comb.	Comb.

Concepto DE

Figura 26. Esquema Concepto DE.



Según lo analizado en la matriz de tamizaje, se ha generado un nuevo concepto.

Esto debido a que al descartar algunos, existen ciertas subfunciones que pueden complementar el concepto ganador, por lo que se ha decidido combinar el concepto D con el F, esto por cuestiones de costo, simplicidad en el diseño y funcionalidad del mismo.

4.2. ASIGNACIÓN DE PONDERACIONES.

Para poder evaluar los criterios seleccionados se debe realizar la matriz de evaluación, para esto se necesitan asignar unas ponderaciones para evaluar los conceptos que continuaron con el proceso de diseño.

Para la escogencia de los porcentajes se realizó una tabla donde se enfrentan los criterios seleccionados para poder así identificar cual es de mayor importancia para el grupo de desarrollo en comparación con los otros.

$$\# \text{Combinaciones} = \frac{N(N-1)}{2}$$

$$\# \text{Combinaciones} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$$

Tabla 6. Tabla de ponderación.

Criterios de selección	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma	Ponderación
1	1	1	1	1	1											5	33,33 %
2	0					1	0	1	1							3	20 %
3		0				0				0	1	0				1	6,67 %
4			0				1			1			1	1		4	26,66 %
5				0				0			0		0		1	1	6,67 %
6					0				0			1		0	0	1	6,67 %
Total																15	100 %

4.3. MATRIZ DE EVALUACIÓN

En esta matriz se evalúa los conceptos en base a una referencia asignándoles una calificación a los criterios del producto.

Tabla 7. Matriz de evaluación.

Criterio de selección	Ponderación (%)	Concepto					
		A		DE		B (Ref.)	
		Nota	%	Nota	%	Nota	%
Preserve la guadua	33,33 %	3	0.99	5	1.67	3	0,99
Tiempo de preservado	20 %	3	0.6	4	0.8	3	0,6
Simplicidad en el diseño	6,67 %	3	0.2	4	0.27	3	0,2
Portabilidad	26,66 %	3	0.8	5	1.33	3	0,8
Fácil de utilizar	6,67 %	4	0.27	4	0.27	3	0,2
Autonomía	6,67 %	4	0.27	3	0.2	3	0,2
Total				3.13		4.54	
Orden				2		1	
¿Continúa?				No		Desarrollar	

De acuerdo a este análisis se puede observar que el concepto DE, tuvo la calificación más alta, por lo cual es el más apropiado para desarrollar.

4.4. ESPECIFICACIONES FINALES

Después de haber establecido el diseño y subsistemas pertenecientes al concepto a utilizar, se han revisado las especificaciones técnicas, y en base a este nuevo concepto se han establecido nuevas ponderaciones con el fin de refinar el diseño.

Tabla 8. Especificaciones finales.

#	NECESIDAD	ESPECIFICACIONES TECNICAS	IMP	UNIDADES	VALOR
1	1	Tiempo de aprendizaje para el manejo de la máquina.	5	Min	30
2	2,3,8	Portabilidad del sistema	4	Subj	5
3	4,6	Autonomía	4	Min	240
4	5	Seguridad	5	%	95
5	13	Elementos de fácil consecución	4	Subj	5
6	6,7,11,12	Productividad	4	m/min	0.6
7	9	Preservado para guadua angustifolia Kunth	5	%	100
8	10	Mantenimiento	4	Subj	4

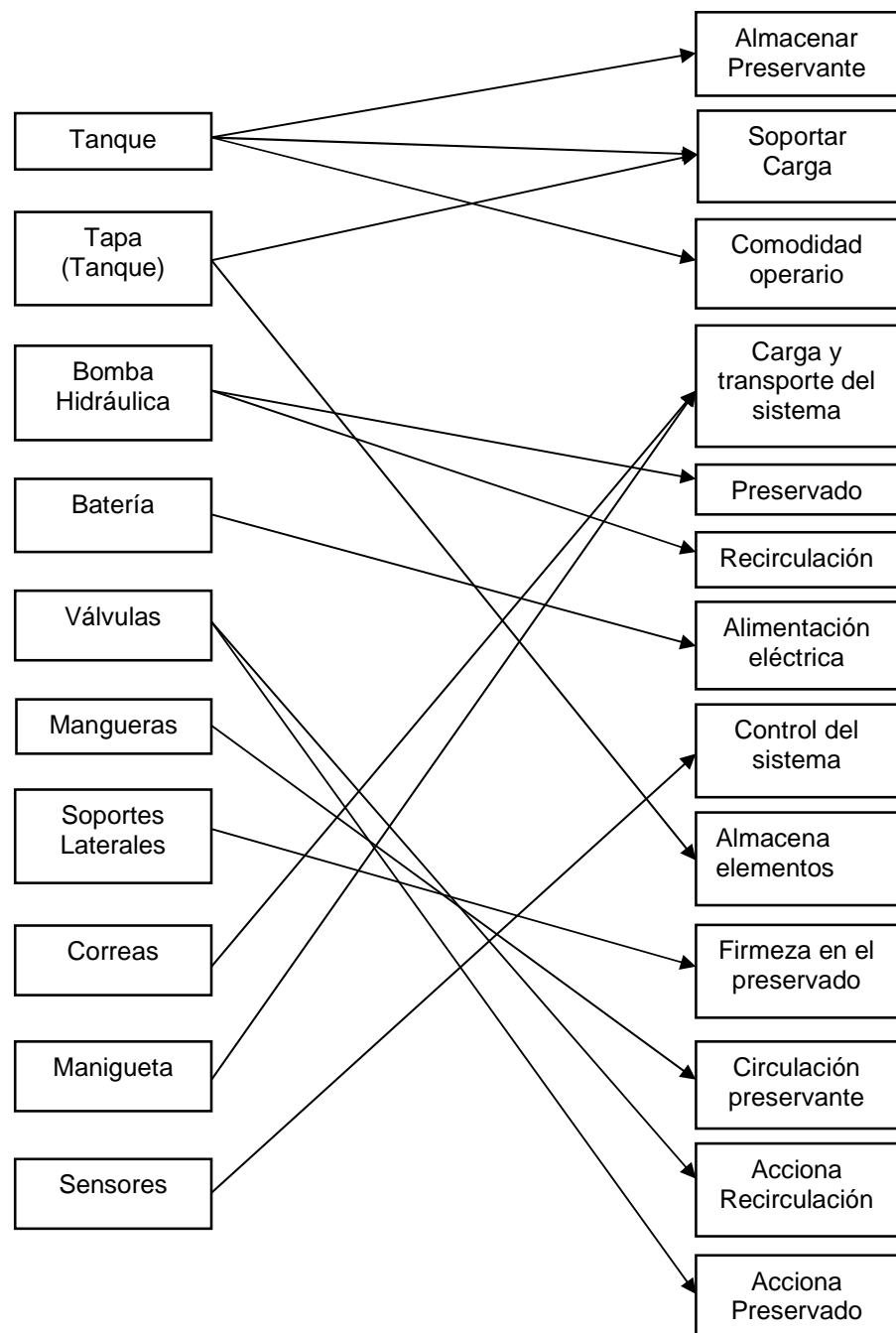
5 DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

5.1. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

La arquitectura de este sistema portátil de preservado, al parecer tiene una arquitectura modular, pues tiene pocos elementos que determinan su funcionamiento, sin embargo al analizarla de manera más pausada se puede encontrar que dichos subsistemas tienen múltiples tareas las cuales se describirán a continuación y lo que a su vez hacen que este diseño sea de carácter integral.

5.2. INTERACCIONES ENTRE ELEMENTOS FÍSICOS Y FUNCIONALES.

Figura 27. Interacciones entre elementos físicos funcionales.



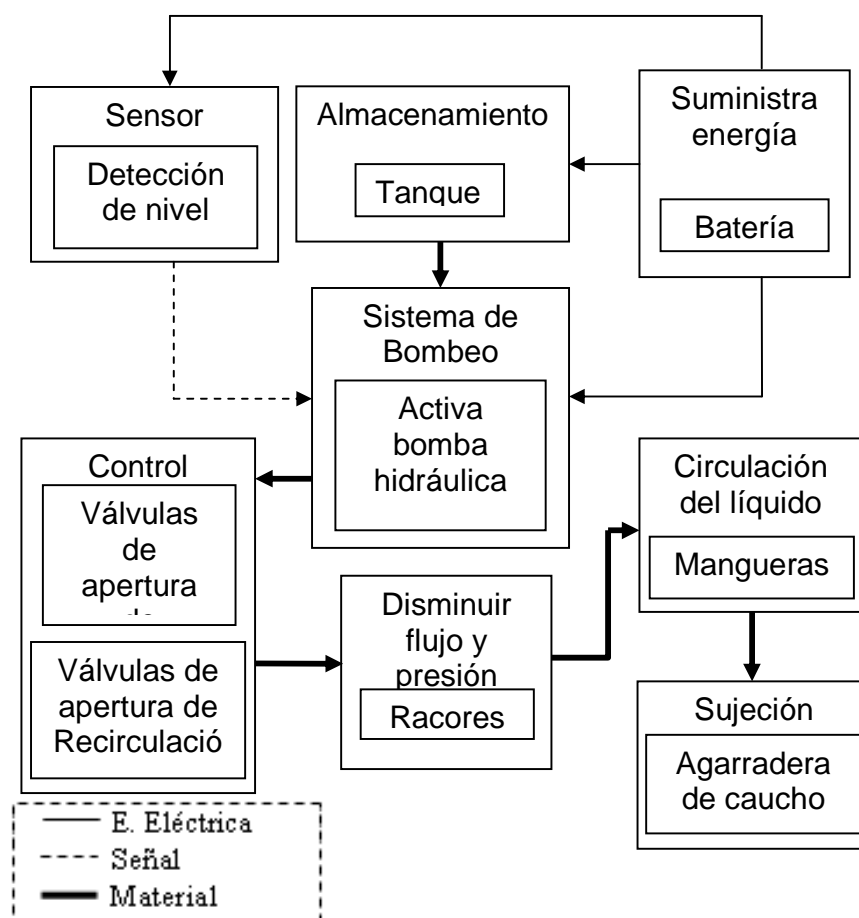
El sistema presenta interacciones entre los elementos funcionales que contiene, por lo cual es preciso afirmar que la arquitectura del sistema es de carácter integral, debido a que un elemento cumple más de una función, sin embargo se debe aclarar que físicamente y a simple vista el sistema parece ser modular.

Además como se logra observar, es necesario utilizar más de un elemento para cumplir una misma función, por lo cual es posible acoplar módulos para algunas interacciones.

5.3. ESQUEMA DEL PRODUCTO

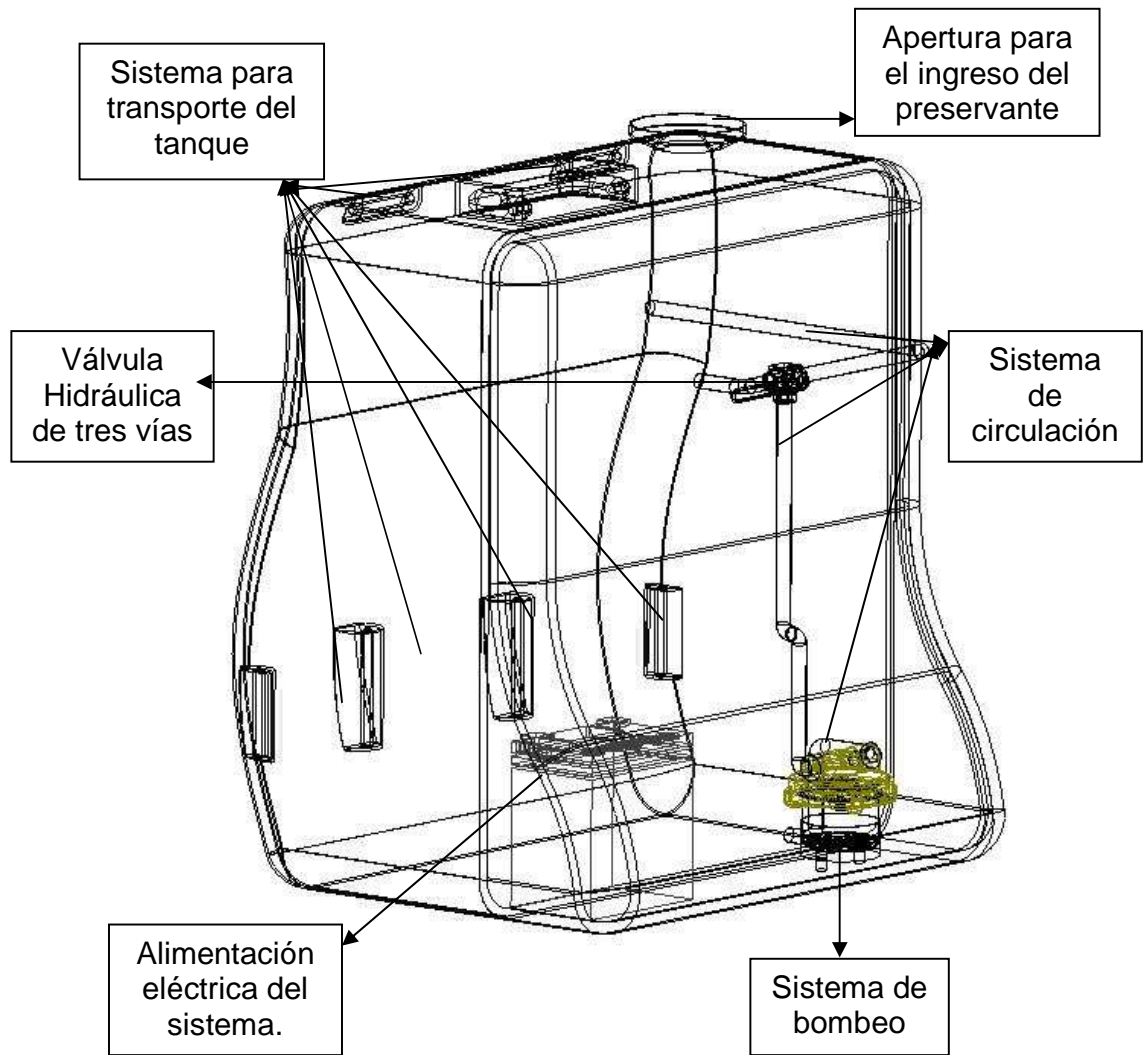
El esquema del producto describe de manera general el sistema portátil de preservado, diferenciando la función que ejerce cada modulo identificado en el diseño

Figura 28. Esquema general del producto por bloques funcionales (Chunks).



5.4. DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA

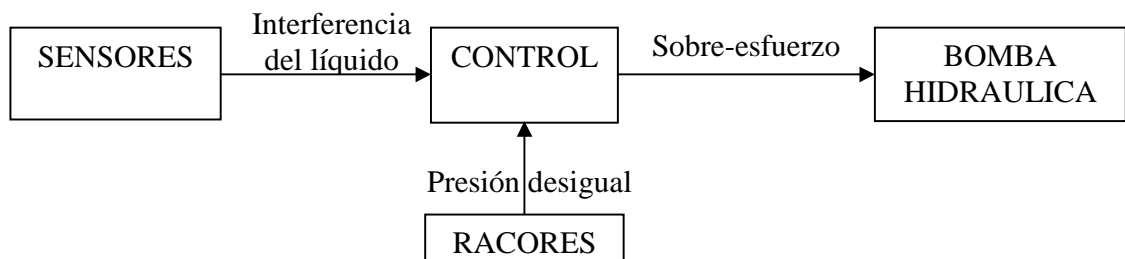
Figura 29. Sistema portátil para el preservado de la guadua rolliza.



5.5. IDENTIFICACIÓN DE INTERACCIONES FUNDAMENTALES E INCIDENTALES

Según la distribución geométrica que se mostro anteriormente se pretende realizar la implementación física del sistema, sin embargo es preciso identificar las posibles incidencias que se presentan entre los elementos funcionales, lo cual es vital para el diseño, pues esto garantiza un buen funcionamiento y una acertada implementación.

Figura 30. Interacciones incidentales.



6 DISEÑO INDUSTRIAL

6.1. VALORACIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Mediante la valoración del diseño industrial se pretende crear un diseño que supla los requerimientos y expectativas del cliente, es por esto que el sistema que se está desarrollando debe tener un gran impacto visual y al mismo tiempo debe ser funcional.

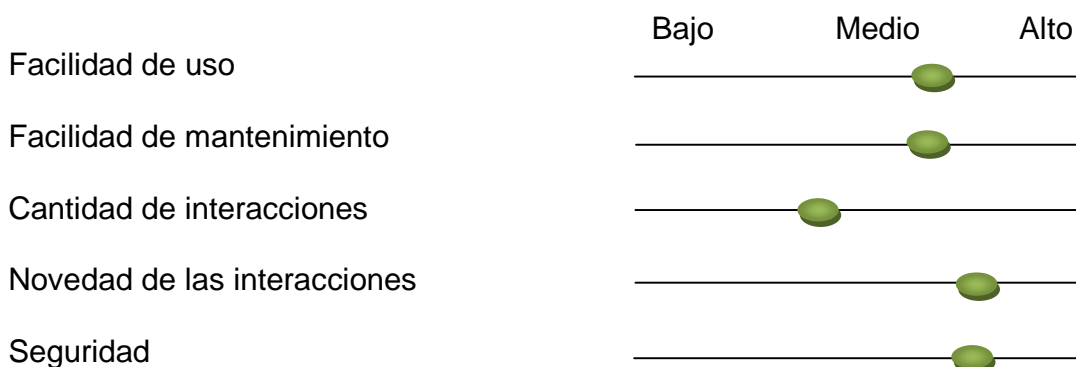
De acuerdo a las expectativas del cliente se ha hecho mucho énfasis en la parte ergonómica, pues es un factor determinante debido a la portabilidad que ofrece el sistema, también se enfatizó en la especialidad del diseño (exclusividad del producto).

Estos factores brindan un avance tecnológico para el desarrollo del sistema y permiten obtener un producto final que cumple con todos los requisitos de diseño.

Por esta razón se presta gran importancia a esta fase en el diseño del producto, la cual busca desarrollar conceptos y especificaciones que permitan optimizar tanto las funciones, el valor y la apariencia del producto a diseñar para un beneficio mutuo.

6.1.1. Necesidades Ergonómicas.

Figura 31. Necesidades ergonómicas.



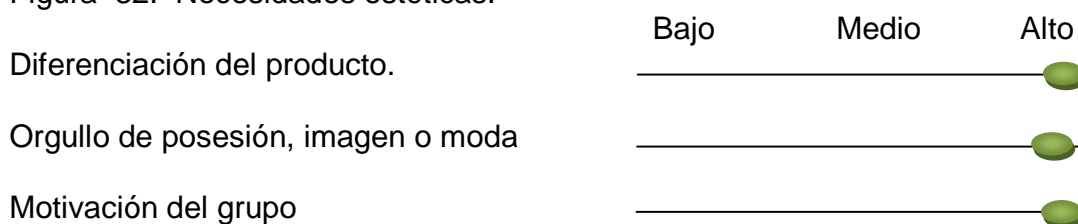
Según las necesidades ergonómicas que exige el diseño, se ha establecido que el manejo del sistema sea muy sencillo, lo cual aporta un rendimiento integral y global, brindando comodidad y bienestar al operario. En cuanto al número de interacciones que debe realizar el operario para manejar el equipo, se pretende que no sean muchas, sin embargo se ha ubicado este ítem en un rango medio por lo que el usuario debe adquirir experiencia y práctica para lograr efectividad en el manejo del mismo. Para el mantenimiento se requiere de muy poco tiempo, debido a que se ha diseñado el sistema con el menor número de actuadores y que al mismo tiempo sean de fácil acceso para su reparación o mantenimiento, no se ubica en un rango alto debido a que el tanque será hermético y solo tendrá un orificio en su parte superior con el fin de ingresar el preservante, lo cual hace que esta sea la parte más complicada de cuidar.

En cuanto a la novedad de interacciones, tal vez es muy osado ubicarla en un rango tan alto, sin embargo es posible atreverse a hacerlo, pues este sistema ofrece total impresión e impacto, debido a que no hay antecedentes precisos de otro equipo como el que se describe en este documento, además de acuerdo a diferentes reuniones que se tuvo con los directos consumidores, estos expresaron gran expectativa para este diseño, pues ofrece un servicio que actualmente no ha sido posible solucionar, y menos aun ofreciendo tal comodidad para el usuario.

En el aspecto de seguridad, el diseño se ha desarrollado con elementos que no atenten contra el operario, es decir, ningún actuador es capaz de dañar o lastimar al usuario, debido a que en su funcionamiento y componentes, no hay ninguno que sea peligroso, es por esto que se afirma que el sistema es seguro, por lo que se han tenido en cuenta las medidas de prevención más idóneas para el buen funcionamiento del mismo.

6.1.2. Necesidades Estéticas.

Figura 32. Necesidades estéticas.



El diseño que se está desarrollando, está enfocado a un sector que se encuentra pobremente actualizado y tecnológicamente, poco evolucionado en el país, además como se especifico anteriormente, no hay antecedentes acerca de este sistema de la manera como se ha desarrollado, por lo que este diseño es único actualmente, lo cual permite establecer una diferenciación total del producto.

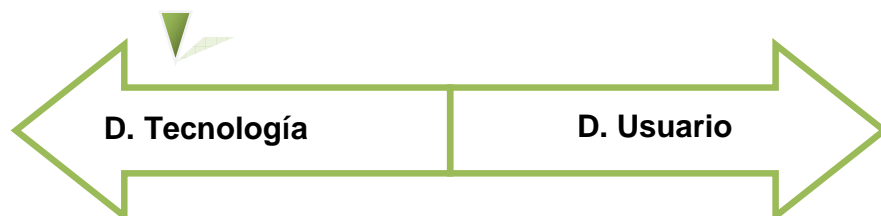
En cuanto al orgullo de posesión, imagen o moda, se encuentran ubicados en un rango muy alto, debido a la exclusividad, funcionalidad y especialidad del sistema, además la expectativa que se ha creado para este diseño, ha hecho que un gran número de personas quieran tener acceso a este producto.

Mi motivación como ingeniero es muy alta, ya que se ha desarrollado un sistema que nació a partir de una importante necesidad, que se encontraba sin solución actualmente en el sector guadualero, además es muy satisfactorio aportar todos los conocimientos adquiridos para la realización de este diseño, debido a que se han pautado las ideas y especificaciones pertinentes, para crear un sistema innovador y exclusivo en el mercado actual en Colombia.

6.2. PREDOMINIO TECNOLÓGICO

En el predominio tecnológico, se puede decir que el producto que se está desarrollando es enteramente tecnológico, debido a que sus principales características se rigen a partir de criterios ingenieriles, los cuales nacen de las necesidades del cliente, además su funcionamiento se ve inclinado a resolver un problema, utilizando soluciones tecnológicas, en donde se puede observar la especialidad, funcionalidad, ergonomía, estabilidad y seguridad del diseño.

Figura 33. Clasificación del producto.



6.3. IMPACTO DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Los criterios que se enumeran a continuación hacen referencia al diseño industrial del sistema, el cual se puede ver como una relación del dispositivo, con una persona como usuario.

6.3.1. Interfaces del usuario. El sistema de preservado portátil posee indicadores luminosos y sonoros, que emiten avisos de alarma cuando en el proceso se ha omitido algún detalle, por ejemplo, funcionar el sistema sin líquido albergado en el tanque. Además de interruptores que ejercen la función de encendido y apagado. También se ha implementado un pequeño sistema hidráulico a partir de válvulas manuales de tipo 2/2, es decir dos vías de circulación, y dos estados (abierta – cerrada), este sistema determina dos funciones, la principal, que es el preservado, y la función de recirculación que permite mantener el líquido de una manera homogénea.

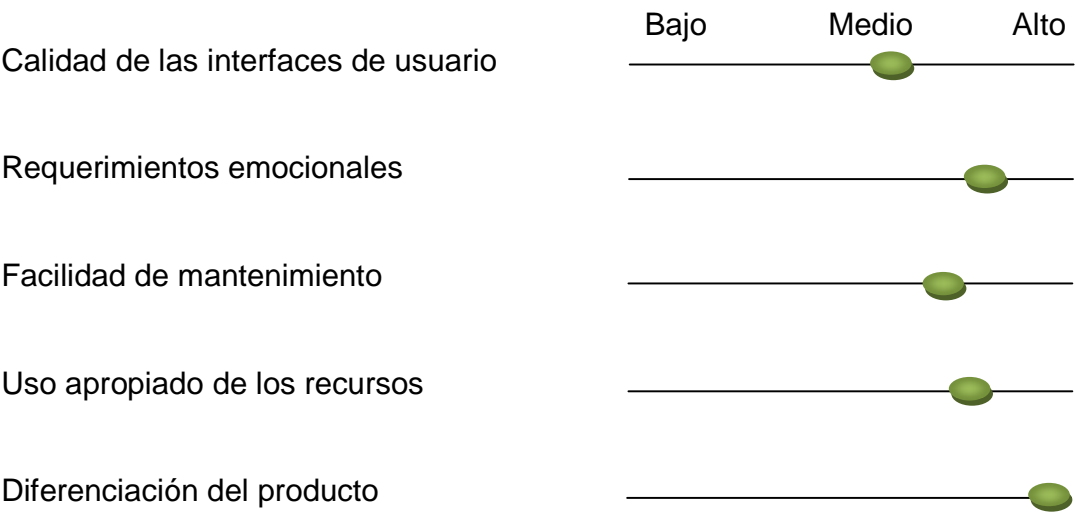
6.3.2. Facilidades de mantenimiento y reparación. La ubicación de los componentes, está dispuesta de manera tal que se logre tener total acceso a estos, debido a que se encuentran dentro de una tapa que encaja perfectamente en la parte de atrás del tanque. Además cada actuador del sistema puede ser retirado con facilidad y viceversa.

6.3.3. Uso apropiado de los recursos. Los elementos y materiales que se han escogido para la implementación del sistema, son apropiados en cuanto a aspectos de carácter económico, funcional y especializado, que brindan estabilidad y fácil manejo. Además la escogencia de los mismos se ha hecho a partir de la función que se quiere desempeñar, esto con el fin de optimizar el proceso y brindar un diseño conveniente que supla todas las necesidades previamente especificadas.

6.3.4. Diferenciación del producto. El producto supera las expectativas de diferenciación, debido a que sobresale fácilmente por su llamativo diseño y su propósito para el cual fue diseñado, además brinda exclusividad, innovación, evolución tecnología, automatización y funcionalidad, lo cual hace que el producto sobresalga y resalte en el mercado actual del sector guadualero en Colombia.

6.4. EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Figura 34. Evaluación de calidad del diseño industrial



7 DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE

7.1. ANÁLISIS DEL DISEÑO PARA MANUFACTURA (DPM)

Cuando se habla de DPM, se está especificando el diseño a nivel del sistema, con el fin de valorar la implementación modular que tiene el producto, manejando la reducción de los costos de los elementos, así como la fácil consecución de los mismos y mermar la complejidad para el proceso de manufactura.

Es por esto que al realizar el respectivo análisis de los elementos que se integran, para cumplir las diversas funciones que el diseño exige, y con el fin de minimizar los costos de implementación y ensamble, se han tomado en cuenta los diferentes aspectos que conllevan al desarrollo del sistema, conservando las características funcionales del producto y procurando enfatizar en la elaboración del diseño durante el proceso de desarrollo, esto mediante el uso de elementos comerciales y económicos.

En cuanto al cuerpo del producto (Tanque y tapa) se pensó en utilizar fibra de vidrio, debido a su dureza, estabilidad y resistencia, además de brindar sostenibilidad y almacenar todos los elementos del sistema incluyendo el líquido preservante, con el cual se va a realizar la acción de preservado; debido a que la construcción del tanque en fibra de vidrio, debe hacerse a partir de un molde diseñado con las especificaciones de diseño, la primera implementación física del producto será un poco costosa, sin embargo esta inversión se recupera rápidamente, pues la reproducción del mismo reduce el costo en un 70 % aproximadamente.

Debido al espacio que brinda la tapa del tanque, la cual está ubicada en la parte trasera del mismo, se facilitó la ubicación de los componentes, por lo que la parte electrónica se pudo distribuir fácil y estratégicamente, brindando más confiabilidad a esta función.

7.1.1. Lista de componentes.

Tabla 9. Lista general de componentes.

CANT	ARTÍCULOS	ESTÁNDAR
1	Molde para fibra de vidrio	no
1	Correas en nailon	no
1	Batería para motocicleta 12V – 10 AH	si
1	Bomba hidráulica Danger Den	si
1	Flotador cilíndrico (sensor)	no
1	Tubo de PVC (sensor)	si
2	Reed Switch	si
10	Cables de conexión	si
4	Mangueras de diámetro 1/2"	si
1	Válvulas Manuales 3/2	si
5	Válvula antiretorno	si
5	Racores de 1/2"	si
2	Unión de 1/2"	si
1	Relé	si
1	Interruptor	si
1	Piloto	si
5	Agarraderas de caucho	no
5	Abrazaderas metálicas	si
5	Sujetadores para guadua metálicos	no
4	Soportes metálicos maquinados	no
6	Borneras de 3 pines	si

7.1.2. Impacto para el DPM sobre otros factores. Se consideró que alrededor de un 25% del tiempo de desarrollo del sistema portátil de preservado se invirtió en el diseño para manufactura, debido al análisis que se realizó para el oportuno diseño de las piezas a fabricar, esto con el fin de cumplir con los requerimientos de diseño y garantizando el correcto funcionamiento del sistema.

Mediante el análisis de manufactura, se pueden observar ciertas limitantes en el desarrollo de algunos elementos que conforman el sistema, pues estos según su geometría y funcionamiento deben fabricarse mediante diferentes procesos tales como maquinado, pulido, inyección, etc. Sin embargo se pretende que la mayoría de componentes sean de fácil consecución en el mercado con el fin de brindar versatilidad al diseño.

7.2. ANÁLISIS DEL DISEÑO PARA ENSAMBLE (DPE)

Esta etapa pretende ofrecer al diseño, una reducción en cuanto al costo del mismo a través del ensamble, lo cual conllevará a mejorar y facilitar el proceso. Es por esto que se analizarán las siguientes variables que ayudan a optimizar el diseño.

7.2.1. Reducción de costos de ensamble.

Tiempo estimado para el ensamble: 20 minutos

$$IndiceDPE = \frac{\#Partes_{min} * 3S}{Tiempo_estimad_para_ensamble}$$

$$IndiceDPE = \frac{61 * 3s}{20 * 60s} = 0.153$$

$$IndiceDPE = 0.153$$

Cuando se integran los componentes se logra ejercer un control en las tolerancias del proceso de manufactura más no en el ensamble.

7.2.2. Maximizar la facilidad de ensamble. Este aspecto busca minimizar las acciones a realizar para ejecutar el ensamble del producto, procurando replantear algunos subsistemas con el fin de facilitar la construcción del equipo, esto se ha hecho de la siguiente manera:

- **Sistema Eléctrico:** La plaqueta que alberga los circuitos de control, se encuentra apoyada en una base la cual se puede insertar de izquierda a derecha o viceversa, esto con el fin de brindar facilidad al mecanismo, por si se desea realizar algún cambio o simplemente removerla.
- **Sistema de bombeo:** Se ha diseñado un soporte que permite ubicar y asegurar la bomba hidráulica, lo cual permite que esta conserve su posición, y se mantenga su funcionamiento correctamente. Su instalación es muy sencilla, al igual que su remoción.
- **Sistema de Alimentación:** Al igual que el sistema de bombeo, se adicionarán unos soportes que aseguren la batería, con el fin de evitar que esta se mueva y golpe a otros elementos, además de evitar un corto por algún cruce en el

cableado, esto permite facilitar su instalación e igualmente se puede remover con rapidez.

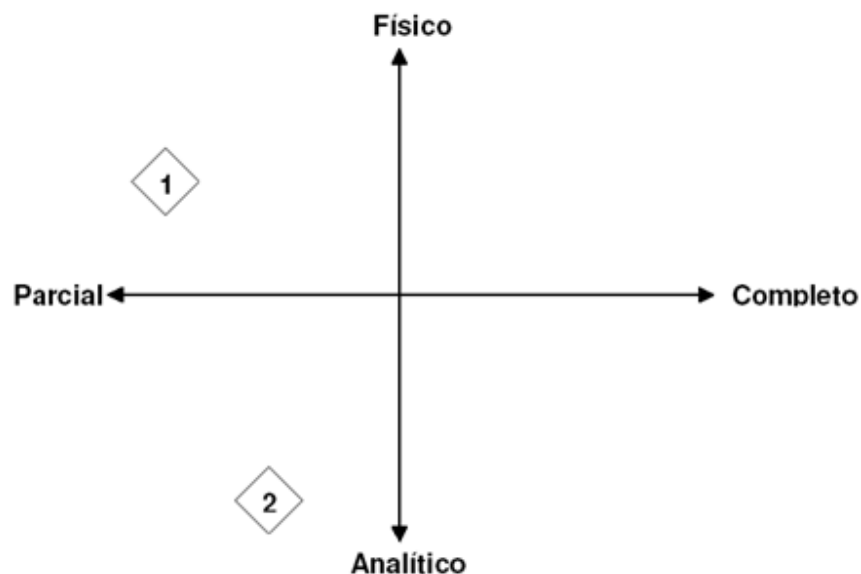
- **Reducción de herramientas:** Para ensamble del mecanismo, se minimiza el uso de herramientas, pues la mayoría de los elementos van apoyados en sus soportes, los cuales los albergan sin la necesidad de atornillarse.

8 PROTOTIPADO

Durante el proceso de diseño se realizaron varios prototipos así:

- **Prototipo 1:** Prototipo de diseño del mecanismo de dosificación del preservante, mediante el uso de un tanque convencional, con manguera y vulcanizado de caucho, con el fin de realizar pruebas de penetración en la guadua y analizar factores importantes en el diseño, tal como presión, caudal, agarre, entre otros. (Ver Anexo B)
- **Prototipo 2:** Prototipo analítico de la forma del cuerpo del sistema de preservado, al igual que sus diferentes mecanismos, utilizando herramientas tipo CAD, donde se establecen diferentes factores, tales como, ergonomía, dimensión, forma, apariencia, además de la composición de los mecanismos que la integran.

Figura 35. Representación de los prototipos



9 DISEÑO DETALLADO

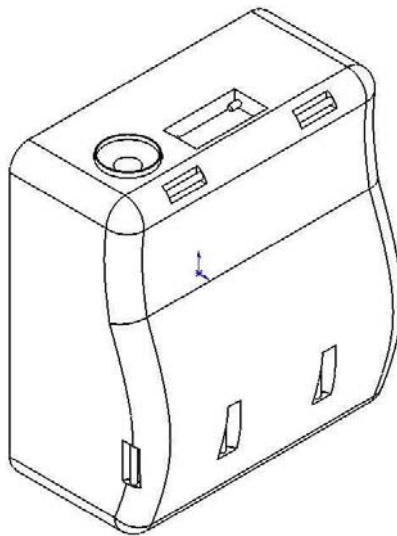
En esta fase de diseño se especifica cada mecanismo que se utilizó para el desarrollo del sistema, es decir, se explican a nivel de detalle todas las características propias de cada elemento.

Para el desarrollo del sistema portátil para el preservado de la guadua rolliza, se implementaron mecanismos electrónicos e hidráulicos los cuales van soportados en el cuerpo del sistema el cual se acopla a las necesidades del usuario, caracterizándose por ser ergonómico, liviano y vistoso.

Es por esto que se identificaron cada uno de los subsistemas que conforman el mecanismo, de manera tal que serán analizados a continuación:

9.1. TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Figura 36. Tanque de almacenamiento



El tanque de almacenamiento es por así decirlo el cuerpo del sistema, ya que es la parte más grande y además el que cumplirá la función de acumular el líquido preservante. Las medidas que se han considerado para el desarrollo del mismo, han sido pensadas para el estándar de las personas que encontramos en el medio así:

Alto: 60 cm.

Ancho: 55 cm.

Largo: 45 cm.

El material del tanque es fibra de vidrio, debido a su dureza, estabilidad, y duración. Al cotizar el primer diseño se pudo observar que su costo era un poco excesivo, sin embargo su reproducción hace que este se reduzca en un 70 % aproximadamente, logrando recuperar la inversión rápidamente.

La cantidad de líquido que almacenará el tanque no sobrepasará los 45 litros, debido a que cada litro pesa 1 kilo aproximadamente, por lo cual, con el tanque lleno se tendría un peso de 45 kilos sin contar los otros subsistemas, además las normas de salud ocupacional afirman que ningún operario deberá cargar más de 50 kilos, es por esto que se adopta esta restricción.

Se pueden observar ciertas curvaturas en la parte frontal las cuales se han diseñado a la medida de la columna vertebral, con el fin de que el usuario se adapte al uso del sistema y se eviten lesiones, hernias o molestias en la espalda del operario.

Hay unos orificios en la parte frontal y superior los cuales sirven de agarre para las correas de transporte y la manigueta de carga.

9.1.1. Sistema de transporte.

Figura 37. Correa de transporte hombro - pecho

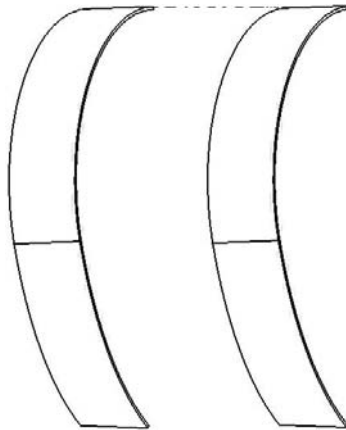
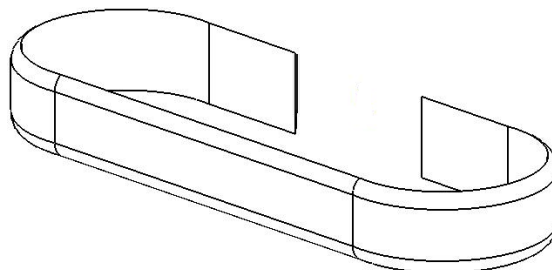


Figura 38. Correa de transporte estomago – columna



El tanque brinda ergonomía y comodidad para el operario, pues facilita su transporte de manera tal que el usuario puede cargarlo como si fuese un maletín, debido a las correas de nilón para hombro – pecho y estomago – columna. Con esto se logrará distribuir la carga en todo el tren superior, y el usuario podrá movilizarse para donde él lo prefiera sin preocuparse por la movilidad del sistema.

Las correas se han diseñado según el estándar de fabricación para maletines y maletas, por lo que son de fácil consecución en la industria.

9.1.2. Agujeros para correas. Para las correas de transporte, del tanque se han diseñado unas aberturas en la superficie del tanque, las cuales servirán de agarre a las correas.

En total hay seis agujeros los cuales están repartidos de la siguiente manera, cuatro agujeros que se encargan de servir de agarre para las correas que se entrecruzan entre el hombro y el pecho, y dos que se utilizan para la correa que abraza la parte inferior del operario, la cual comprende el estomago y aferra la espalda al tanque.

Estos agujeros ser fabricarán en conjunto con el tanque, debido a que hacen parte del cuerpo del mismo.

Figura 39. Agujeros para correas hombro – pecho

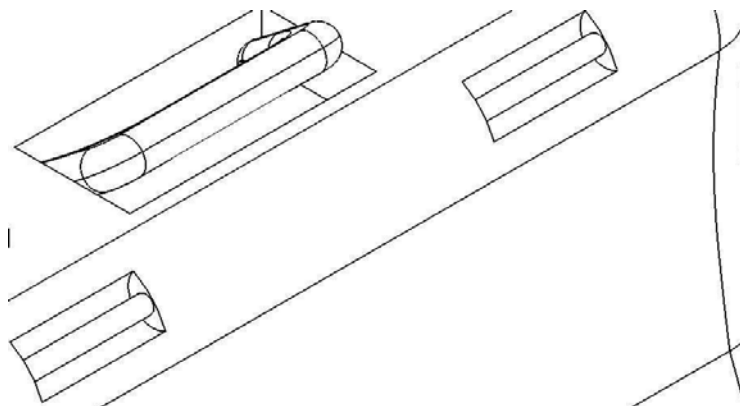
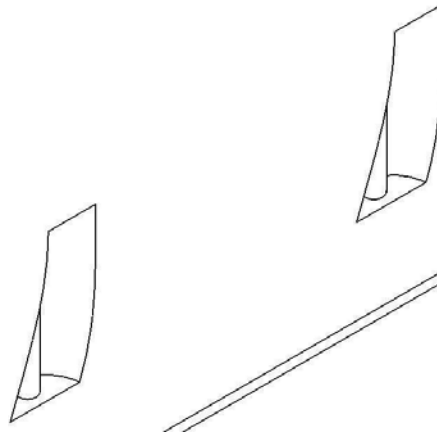
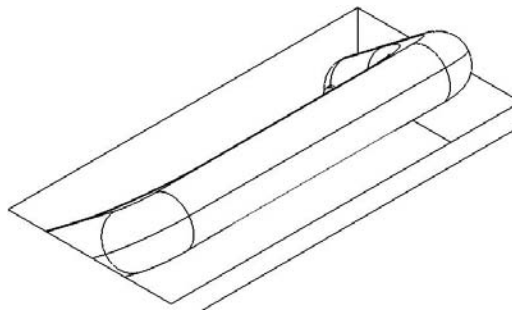


Figura 40. Agujeros para correas estomago – espalda



9.1.3. Sistema de carga.

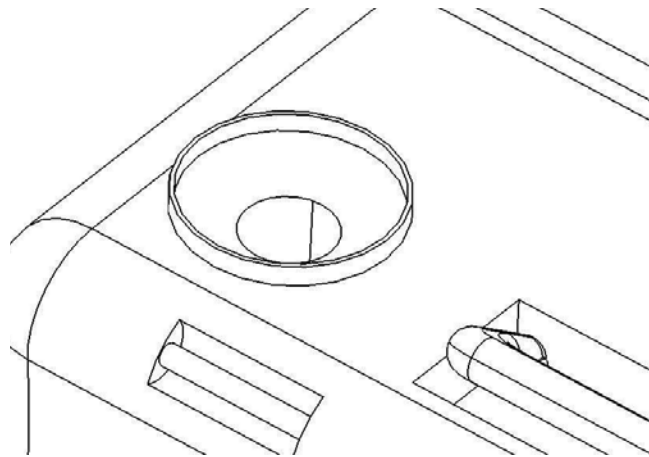
Figura 41. Manigueta de carga



Para brindar aun más comodidad para el operario, se ha implementado una manigueta, la cual facilitará la carga del tanque mientras esté lleno o vacío. La fabricación de este elemento se puede hacer en el mismo momento de la construcción del tanque, pues también será de fibra de vidrio.

9.1.4. Orificio Superior. En la parte superior del tanque se puede encontrar un orificio tipo embudo, que permite que se le pueda agregar el líquido preservante al sistema, su fabricación se hace paralelamente al tanque, y es por supuesto del mismo material, para evitar que el líquido se derrame, el orificio cuenta con un tapón de caucho, que está hecho a su medida y puede taparlo en su totalidad.

Figura 42. Orificio superior



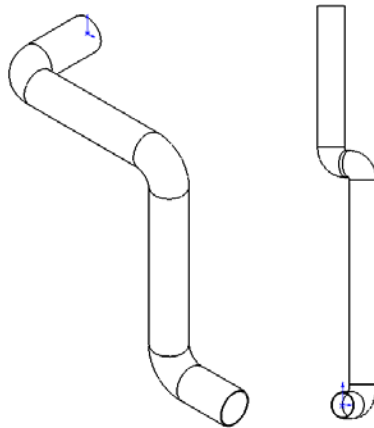
9.2. SISTEMA HIDRAULICO.

El tanque para el proceso de preservado y de recirculación, posee un sistema hidráulico el cual está compuesto por mangueras, racores, válvulas y mecanismo de dosificación.

Este sistema fue diseñado a partir de los requerimientos del cliente, y brinda al mecanismo una estabilidad y simplicidad, debido a que se hizo la escogencia de elementos que brindaran funcionalidad, pero que al mismo tiempo fueran de fácil consecución en el mercado y que sobretodo brindaran una economía en el momento de la obtención de los mismos.

9.2.1. Mangueras de circulación.

Figura 43. Mangueras primoflex 1/2"

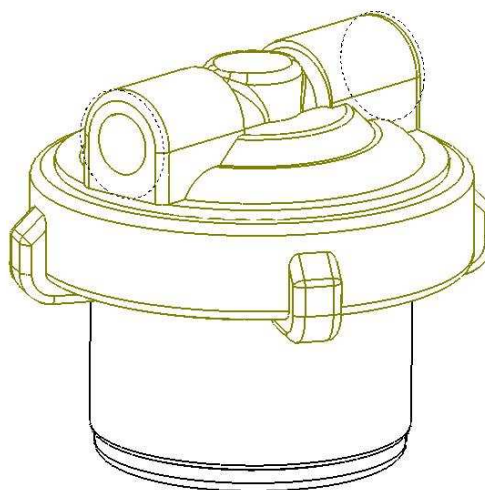


Para circular el líquido preservante, se ha decidido implementar mangueras de 1/2" de referencia primoflex, las cuales proporcionaran al mecanismo el recorrido para que el líquido pueda llegar a su destino sin problemas.

Este tubo ofrece gran flexibilidad logrando realizar vueltas hasta de 360°.

9.2.2. Mecanismo De Bombeo A Presión.

Figura 44. Bomba Hidráulica para preservado

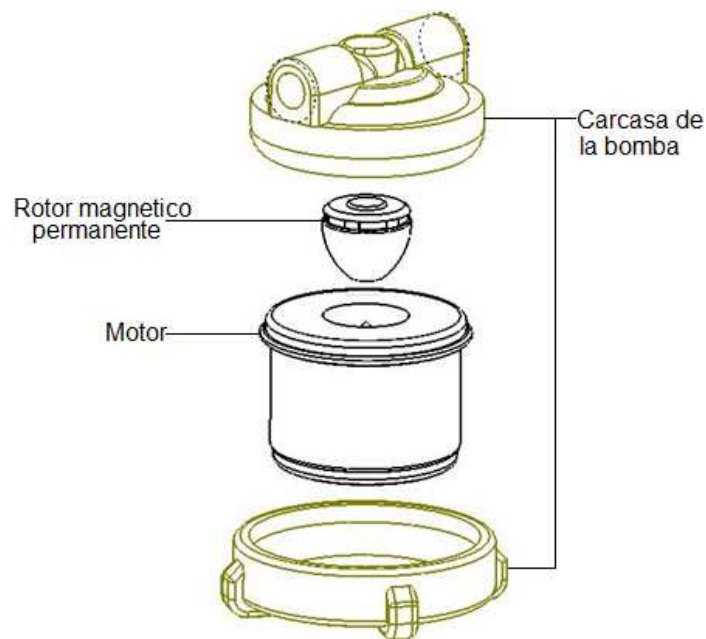


Implementación de una bomba hidráulica de referencia D5_/720 B, cuya función es la de dosificar el líquido preservante que se aloja en el tanque, la máxima presión que entrega es de 150 PSI, la cual se genera mediante la acción que realiza un motor esférico electrónicamente conmutado con rotor magnético permanente, sin embargo para preservar una sola guadua se necesitan entre 10 y 15 psi, por lo cual regulando el caudal y la presión se puede realizar el proceso para más de una guadua al tiempo.

La bomba es pequeña y mide aproximadamente 9 cm x 9 cm x 9 cm. El rango de alimentación eléctrica de la bomba está entre 6 y 12 voltios DC, y consume una potencia de 4.5 Watts en su máximo nivel de trabajo.

El material de la carcasa de conexión de la bomba está diseñado en bronce y su conexión hidráulica está dada por un terminal roscado tipo hembra de 1/2"

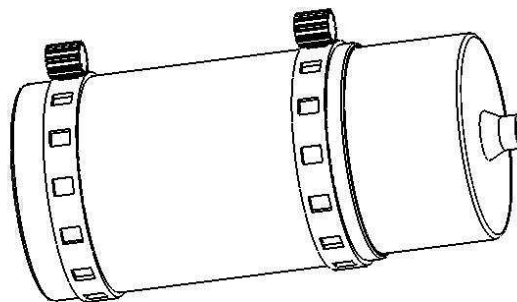
Figura 45. Bomba Hidráulica (Vista Explosionada)



9.2.3. Agarradera de Caucho para la guadua. Para garantizar que el líquido preservante penetre en la guadua, sin pérdidas de presión y de flujo, se implementará una agarradera de caucho, la cual se comporta como un acople entre la manguera que viene de la bomba hidráulica hacia la guadua, y que además como su nombre bien lo dice, agarra la guadua de manera hermética evitando fugas del líquido preservante.

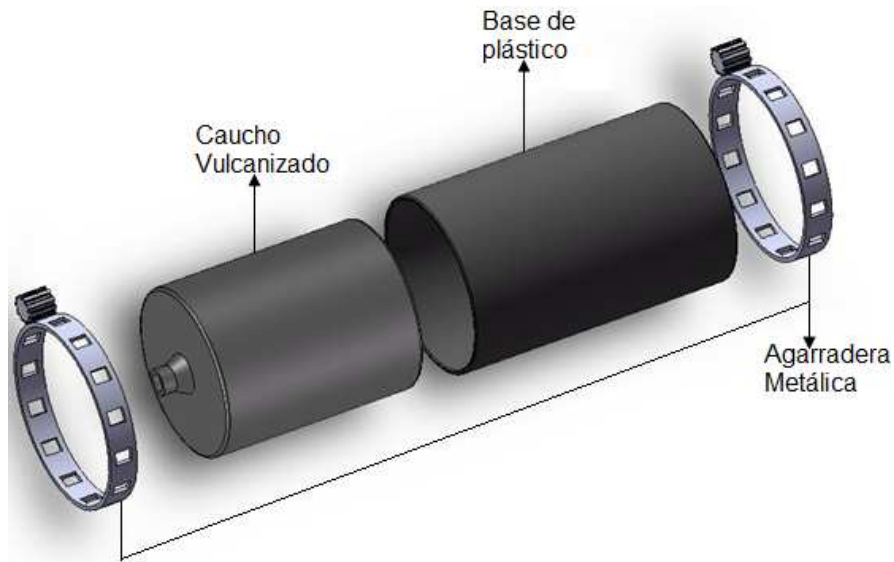
Las metodologías de preservado de la guadua son muy diversos, pero todos conllevan a un proceso similar, basado en el método “Boucherie”, el cual consiste en ubicar la guadua y conectarla mediante mangueras provenientes de un tanque, y de ahí inyectar el liquido preservante, sin embargo este proceso es muy engorroso, debido a que requiere de mucho tiempo para completar el preservado y de un sistema muy grande, además de utilizar una gran cantidad de liquido, y con la limitación que el proceso es fijo, es decir no se puede movilizar.

Figura 46. Agarradera para la guadua



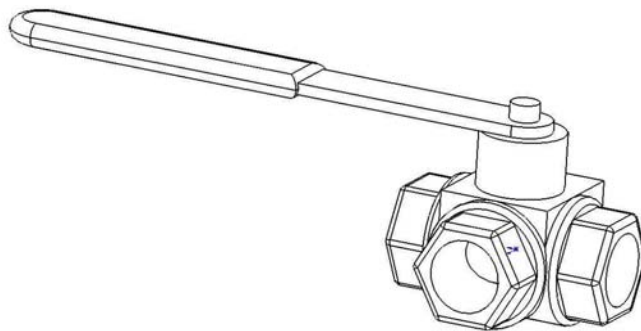
La agarradera está compuesta por cuatro elementos que la conforman y que aseguran su funcionamiento, los cuales son, una base de plástico que se encarga de dar rigidez al sistema, ya que en ese punto se conecta la manguera que llega de la bomba hidráulica, un tubo de caucho vulcanizado que es el encargado de sujetar la guadua, finalmente dos agarraderas metálicas que brindan mayor sujeción entre los elementos.

Figura 47. Agarradera para la guadua (Vista Explosionada)



9.2.4. Válvula De Tres Vías.

Figura 48. Válvula de tres vías - 3/2



El sistema de preservado debe realizar dos tareas diferentes, una de ellas consiste en re circular el líquido, con el fin de homogenizar la mezcla que se realiza para obtener el preservante, la segunda es la principal función que debe ejercer el mecanismo, la cual consiste en realizar el preservado a la guadua rolliza. Para que el sistema pueda ofrecer la versatilidad de realizar las dos tareas sin necesidad de implementar mas componentes de los necesarios, se pensó en utilizar una válvula de tres vías la cual permite circular el preservante hacia la guadua, realizando el preservado de la misma, o simplemente re circulando el líquido de nuevo hacia el tanque con el fin de que el líquido pase a través de la

bomba, la cual al realizar su respectivo centrifugado producirá un agitación que homogenizará la mezcla y podrá obtenerse así un óptimo preservante

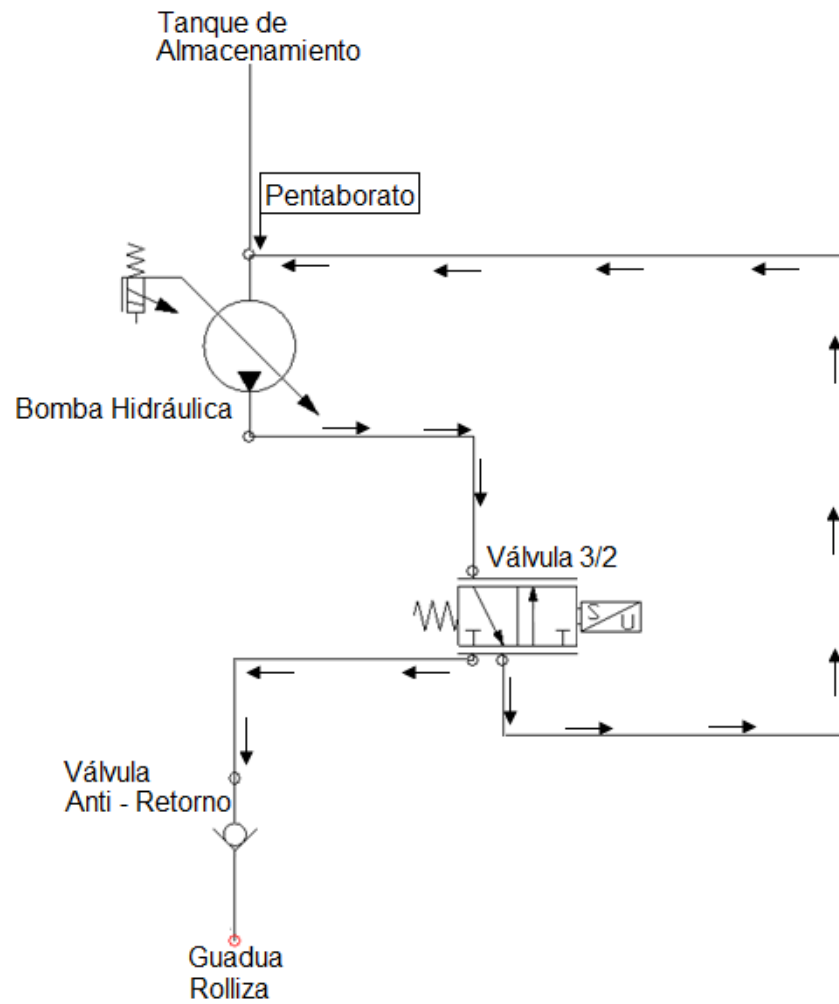
La válvula resiste altas presiones y se acopla fácilmente a las mangueras de circulación, el cierre y apertura son manuales y brindan comodidad al usuario.

9.2.5. Válvula Antirretorno. Como se había especificado anteriormente, el método que se ha utilizado para realizar el preservado es el Boucherie modificado, el cual se efectúa bajo presión, es por esto que para garantizar que el líquido preservante penetre la guadua, y no vuelva hacia la bomba, se ha implementado una válvula antirretorno de alta presión de referencia A3C ISO 4042, la cual mantendrá el líquido directamente hacia la guadua y evitará que se efectúen pérdidas en la presión, o en el fluido, además este elemento brindará seguridad para con la bomba hidráulica, pues al evitar que el líquido se devuelva puede lograr que la bomba no sufra daños ni sobre-esfuerzos.

9.2.6. Racores. Es preciso disminuir la presión y el flujo del líquido el cual ejerce la bomba hidráulica, ya que al funcionar en su mayor rango de trabajo esta puede ofrecer una presión superior a la necesitada, lo cual conllevaría a obtener un mal resultado en el proceso de preservado, además si se aplica mucha presión a la guadua rolliza esta puede presentar problemas en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas, ocasionando fracturas y descomposición de la misma a lo largo del tiempo, es por esto que se implementarán racores, los cuales de acuerdo a su diámetro, pueden controlar, reducir y mantener constante el flujo y la presión del líquido preservante.

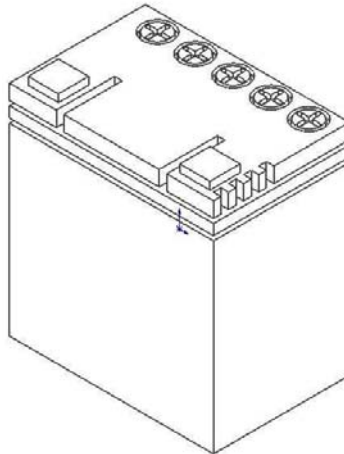
Es posible utilizar racores para esta función, debido a que la guadua, al ser porosa, permite el flujo de líquido en su interior, por lo cual se descarta el inconveniente de que en algún momento, el preservante quedase estancado y aumente la presión en la agarradera, provocando que existan fugas, sobre-esfuerzos de la bomba, o un completo daño del mecanismo, además el uso de estos elementos, permiten que el mecanismo se simplifique en gran cantidad, debido a que se evitaría implementar algún sistema de control para estas variables.

Figura 49. Esquema de Sistema Hidráulico



9.3. SISTEMA DE ALIMENTACION ELECTRICA

Figura 50. Batería para motocicleta



Para satisfacer el funcionamiento de los elementos que conforman el sistema portátil para el preservado, y teniendo en cuenta la portabilidad del mecanismo, se ha implementado una batería para motocicleta la cual alimenta el mecanismo de bombeo a presión y el sistema de control.

La batería entrega un voltaje de 12 V a 10Ah, lo cual conlleva a tener en cuenta el tiempo que podrá alimentar al proceso de preservado, a continuación el análisis respectivo:

El tiempo de carga varía de acuerdo al consumo del sistema, por lo que 10Ah equivale a decir que la batería podrá entregar una corriente eléctrica de 10 amperios en 1 hora, o de 5 amperios durante 2 horas. Siguiendo este análisis, esta batería podría suplir el funcionamiento de la bomba hidráulica dado que:

$$4.5W = 12V \times 0.375A$$

Como se puede observar, el consumo de la bomba hidráulica es de 0.375 amperios, por lo que es preciso tomar en cuenta el tiempo que la batería puede mantener dicho amperaje, por lo que:

10 amperios	1 hora
5 amperios	2 horas
2.5 amperios	4 horas
1.25 amperios	8 horas
0.625 amperios	16 horas

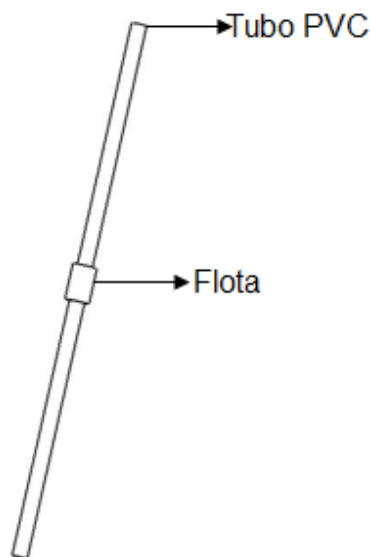
Se puede concluir con seguridad que con un consumo de 0.375 A, la batería puede suplir el funcionamiento de la bomba, por aproximadamente 16 horas, lo cual es suficiente tiempo para ejercer el proceso de preservado.

9.4. SISTEMA DE CONTROL

El mecanismo de preservado debe ser controlado mediante sensores que garanticen su buen funcionamiento, en este caso se tendrá en cuenta el comportamiento del nivel del líquido en el tanque, mediante el uso de un sensor de nivel tipo flota, el cual estará complementado con unos contactores electromecánicos llamados Reed switch.

9.4.1. Sensor de Nivel Tipo Flota. La escogencia de este sensor se hizo a partir de la aplicación para la cual se lo requería, además como se especificó anteriormente el sistema de preservado debe ofrecer simplicidad debido a su portabilidad, es por esto que se decidió utilizar un sensor tipo flota, pues es el más sencillo para su implementación y funcionamiento.

Figura 51. Sensor Tipo Flota



Para poder obtener información sobre el comportamiento del líquido a través de la flota se implementarán unos contactos llamados Reed Switch, los cuales se componen de dos alambres ferrosos que se encuentran en un tubo de vidrio

cerrado al vacío, cuando se acerca un campo magnético, el cual puede ser generado por un imán permanente, los alambres se unen cerrando el circuito eléctrico, y cuando el imán se aleja, los alambres vuelven a su posición debido a su rigidez, provocando que el contacto se abra de nuevo.

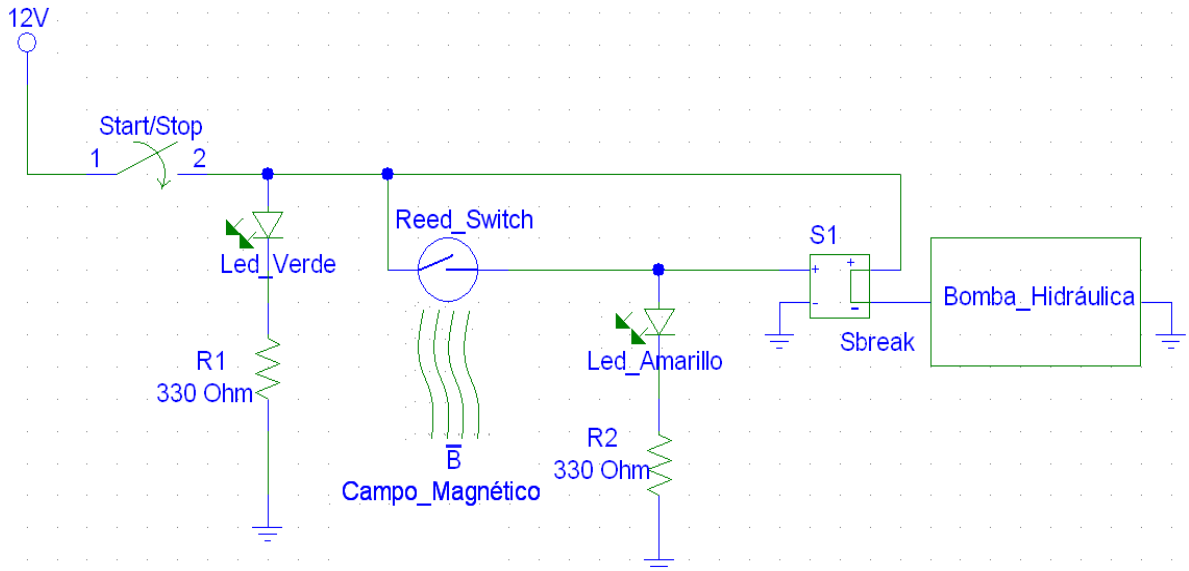
Figura 52. Contactor Reed Switch



9.4.2. Esquema eléctrico. Para disponer de las señales de control que entregan los sensores previamente especificados, se ha pensado en un circuito que brinde comodidad al usuario y al mismo tiempo automatización al proceso, es por esto que cada vez que el líquido que está en el interior del tanque se termine, el circuito encenderá una alarma visual y apagará automáticamente la bomba hidráulica, con el fin de no forzar el funcionamiento de la misma, y evitar que el sistema trabaje sin preservante.

Todos los componentes que integran el circuito electrónico, son de fácil consecución en el mercado, y el esquema eléctrico es muy fácil de montar, lo cual brinda versatilidad al diseño.

Figura 53. Esquema Eléctrico



El circuito tiene un funcionamiento elemental, cuando se acciona el Contactor de encendido del sistema, se prende un led de color verde, el cual alerta al usuario, que el mecanismo está en funcionamiento, al mismo tiempo se enciende la bomba hidráulica, realizando su respectivo bombeo, la cual está conectada a través de un relé normalmente cerrado que la alimenta de forma directa. En el momento que el líquido preservante se termine, la flota del sensor, descenderá provocando que el Reed switch se active, debido a esto se apagará el led verde y se encenderá un led amarillo el cual alerta al usuario que el preservante se ha terminado, y al mismo tiempo acciona el relé el cual cambia su estado a “abierto”, provocando que la bomba se detenga, evitando que esta funcione sin líquido preservante.

10 CONCLUSIONES

- ♦ Se diseñó el sistema portátil para el preservado de la guadua rolliza teniendo en cuenta las especificaciones físico – mecánicas de la guadua angustifolia que crece en Colombia.
- ♦ Se establecieron todos los parámetros de diseño tenidos en cuenta para el desarrollo del sistema de preservado, estableciendo a su vez todas las especificaciones técnicas del sistema.
- ♦ Se realizó el diseño detallado de cada uno de los subsistemas que compone la máquina y a su vez el sistema en conjunto.
- ♦ Se especificaron los elementos adecuados a utilizar, y a su vez los esquemas eléctricos e hidráulicos respectivamente.
- ♦ Se modeló en 3D el sistema portátil de preservado, mediante el uso de herramientas tipo CAD

|

11 RESULTADOS OBTENIDOS

- ♦ Debido a que no hay antecedentes acerca de sistemas de preservado portátil para la guadua, se considera un gran logro haber concluido un diseño integral que conlleve a optimizar y automatizar un proceso que actualmente estaba restringido para algunos usuarios y que además garantice un mejor y rápido preservado.
- ♦ Se diseñó un sistema que cumple con las necesidades ergonómicas para un usuario estándar, que se encuentra en el medio, esto con el fin de brindar comodidad, especialidad y seguridad.
- ♦ Se logró cumplir el objetivo que más trabajo requería, el cual era, que el sistema de preservado fuese portátil. Este aspecto influyó en gran parte en el diseño, debido a que era una fuerte restricción, que demandaba mucha atención en cuanto a la escogencia de los elementos y la interacción entre los mismos, además de brindar simpleza al mecanismo pues su portabilidad lo requiere.
- ♦ En cuanto a la productividad, el sistema de preservado es capaz de preservar hasta cinco guaduas simultáneamente, en un tiempo de 20 minutos aproximadamente, lo cual conlleva a comparar con otros sistemas de preservado que se tardan hasta días con el fin de finalizar el proceso.
- ♦ La consecución de los elementos que conforman el sistema de preservado se realizó de acuerdo a los requerimientos del cliente, y se hizo de manera tal que se sobredimensionaron las características para el preservado debido a la portabilidad del sistema, con el fin de asegurar que el usuario pueda trabajar sin ningún problema con este mecanismo.
- ♦ Se garantiza una presión y flujo homogéneo, en cuanto al que se necesita para lograr un óptimo preservado, pues el uso de racores, permite limitar el flujo del líquido preservante, y mantener una presión constante hacia la guadua.
- ♦ Los elementos que conforman el sistema de preservado son de fácil consecución en la industria, lo cual minimiza el tiempo y costo del proceso de construcción del mecanismo.

BIBLIOGRAFIA

CAMARGO J; DOSSMAN M; CARDONA G; GARCIA J y ARIAS L. Zonificación detallada del recurso Guadua en el eje cafetero, Tolima y Valle del Cauca. Universidad Tecnológica de Pereira; Corporaciones Autónomas Regionales del eje cafetero, Tolima y Valle del Cauca. Santiago de Cali, 2007. 1 archivo de computador.

CÁRDENAS A; MESA A y CORRAL M. Pisos de guadua: productividad, tecnología y desarrollo, una mezcla perfecta para el desarrollo del país, [en línea]. Armenia: EIA, junio de 2005, [consultado 17 Febrero 2008]. Disponible en internet: <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-Guadua.htm>

CONTRERAS J y DIAZ G; Inmunización de la guadua, [en línea]. Pereira: SICA, mayo de 2002, [consultado el 28 de enero de 2008]. Disponible en internet: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/Bambu/inmunizacion.pdf>

MALVINO, Albert P. Principios de electrónica. 6 ed. España: McGraw-Hill, 2000. 1111p.

PACHECO C; Resistencia a la tracción perpendicular a la fibra de la guadua, [en línea]. Pereira: Universidad tecnológica de Pereira, Marzo de 2008, [Consultado el 1 de abril de 2008]. Disponible en internet: [angustifolia.http://www.diplomadoguadua.com/documentos/09.pdf](http://www.diplomadoguadua.com/documentos/09.pdf)

SERWAY, Raymond A y JEWETT. Jhon W. Física II. 3 ed. México: Thomson, 2004. 544p.

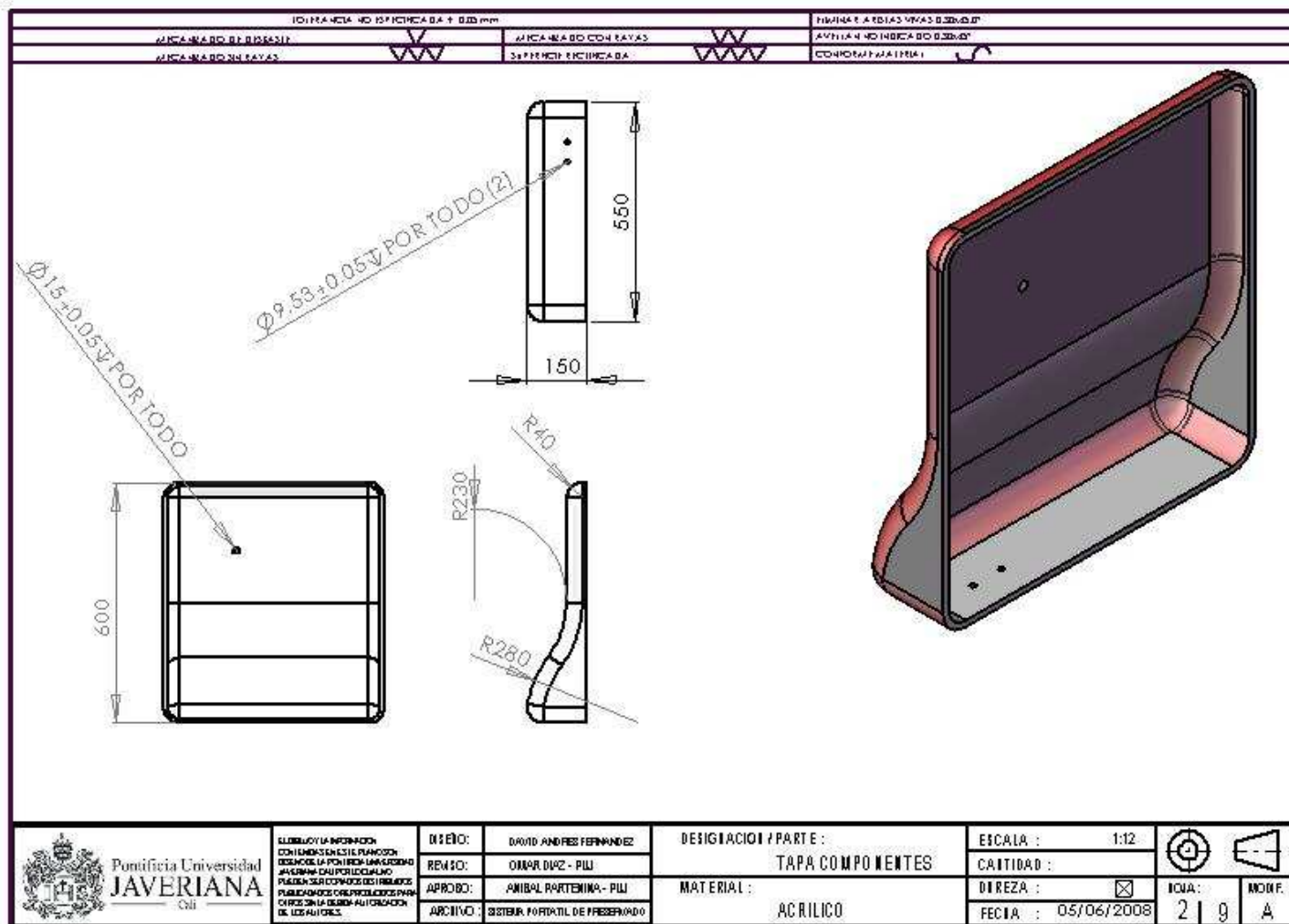
STAMM, J. Laminados de Guadua, Seminario - Taller Avances en la investigación sobre Guadua, [en línea]. Pereira: Sigguadua, mayo de 2002, [consultado 22 marzo 2008]. Disponible en internet: http://www.sigguadua.gov.co/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=38

ULRICH, Kart T. y EPPINGER, Steven D. Diseño y desarrollo de productos enfoque multidisciplinario. 3 ed. México: McGraw-Hill, 2004. 366 p.

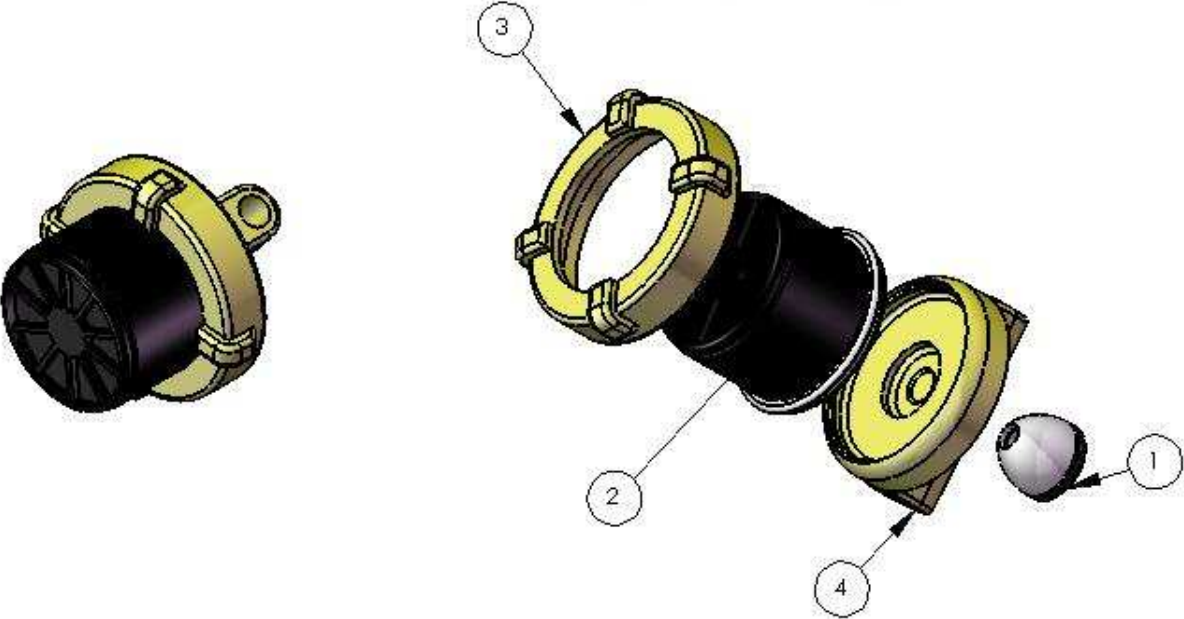
ANEXOS

Anexo A. Planos Detallados




DISEÑO TÉCNICO DE MECÁNICA 4º BIM. 2008		DISEÑO TÉCNICO DE MECÁNICA 4º BIM. 2008																																											
MONTAJE DE LA BOMBA	MONTAJE DE LA BOMBA	MONTAJE DE LA BOMBA	MONTAJE DE LA BOMBA																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº DE ELEMENTO</th> <th>NÚMERO DE PIEZA</th> <th>CANT.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>TANQUE</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>MANGUERA</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>BATERIA</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>TAPA COMPONENTES</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>ENSAMBLAJE BOMBA DOSIFICADORA</td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td>SOPORTE AL TANQUE BOMBA DOSIFICADORA</td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td>MANGUERA BOMBA-TANQUE</td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td>MANGUERA BOMBA VALVULA</td><td>1</td></tr> <tr><td>9</td><td>VALVULA DE TRES VIAS</td><td>1</td></tr> <tr><td>10</td><td>MANGUERA VALVULA - TANQUE (RECIRCULACION)</td><td>1</td></tr> <tr><td>11</td><td>MANGUERA VALVULA - GUARDIA (PRESERVADO)</td><td>1</td></tr> <tr><td>12</td><td>ENSAMBLAJE SENSOR TIPO FLOTA</td><td>1</td></tr> <tr><td>13</td><td>ENSAMBLAJE GUARDIA GUARDIA</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				Nº DE ELEMENTO	NÚMERO DE PIEZA	CANT.	1	TANQUE	1	2	MANGUERA	1	3	BATERIA	1	4	TAPA COMPONENTES	1	5	ENSAMBLAJE BOMBA DOSIFICADORA	1	6	SOPORTE AL TANQUE BOMBA DOSIFICADORA	1	7	MANGUERA BOMBA-TANQUE	1	8	MANGUERA BOMBA VALVULA	1	9	VALVULA DE TRES VIAS	1	10	MANGUERA VALVULA - TANQUE (RECIRCULACION)	1	11	MANGUERA VALVULA - GUARDIA (PRESERVADO)	1	12	ENSAMBLAJE SENSOR TIPO FLOTA	1	13	ENSAMBLAJE GUARDIA GUARDIA	1
Nº DE ELEMENTO	NÚMERO DE PIEZA	CANT.																																											
1	TANQUE	1																																											
2	MANGUERA	1																																											
3	BATERIA	1																																											
4	TAPA COMPONENTES	1																																											
5	ENSAMBLAJE BOMBA DOSIFICADORA	1																																											
6	SOPORTE AL TANQUE BOMBA DOSIFICADORA	1																																											
7	MANGUERA BOMBA-TANQUE	1																																											
8	MANGUERA BOMBA VALVULA	1																																											
9	VALVULA DE TRES VIAS	1																																											
10	MANGUERA VALVULA - TANQUE (RECIRCULACION)	1																																											
11	MANGUERA VALVULA - GUARDIA (PRESERVADO)	1																																											
12	ENSAMBLAJE SENSOR TIPO FLOTA	1																																											
13	ENSAMBLAJE GUARDIA GUARDIA	1																																											
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ</td> <td style="width: 33%;">DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ</td> <td style="width: 33%;">DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ</td> <td>REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ</td> <td>REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ</td> </tr> <tr> <td>APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ</td> <td>APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ</td> <td>APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ</td> </tr> <tr> <td>ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO</td> <td>ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO</td> <td>ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO</td> </tr> </table>		DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ	REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ	REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ	APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ	APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ	APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ	ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO	ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO	ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO																														
DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	DISEÑO: DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ																																											
REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ	REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ	REVISÓ: OMAR DÍAZ - PUJ																																											
APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ	APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ	APROBÓ: ANIBAL PARTENIANO - PUJ																																											
ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO	ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO	ARCHIVO: SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">DESIGNACIÓN / PARTE:</td> <td style="width: 33%;">ESCALA: 1:10</td> <td style="width: 33%;">CANTIDAD: 1</td> </tr> <tr> <td>ENSAMBLAJE TANQUE</td> <td>CANTIDAD: 1</td> <td>CANTIDAD: 1</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL:</td> <td>DIRECCIÓN: <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>FECHA: 05/06/2008</td> </tr> </table>		DESIGNACIÓN / PARTE:	ESCALA: 1:10	CANTIDAD: 1	ENSAMBLAJE TANQUE	CANTIDAD: 1	CANTIDAD: 1	MATERIAL:	DIRECCIÓN: <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA: 05/06/2008	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">FECHA: 05/06/2008</td> <td style="width: 33%;">FECHA: 05/06/2008</td> <td style="width: 33%;">FECHA: 05/06/2008</td> </tr> <tr> <td>FECHA: 05/06/2008</td> <td>FECHA: 05/06/2008</td> <td>FECHA: 05/06/2008</td> </tr> <tr> <td>FECHA: 05/06/2008</td> <td>FECHA: 05/06/2008</td> <td>FECHA: 05/06/2008</td> </tr> </table>		FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008																								
DESIGNACIÓN / PARTE:	ESCALA: 1:10	CANTIDAD: 1																																											
ENSAMBLAJE TANQUE	CANTIDAD: 1	CANTIDAD: 1																																											
MATERIAL:	DIRECCIÓN: <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA: 05/06/2008																																											
FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008																																											
FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008																																											
FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008	FECHA: 05/06/2008																																											



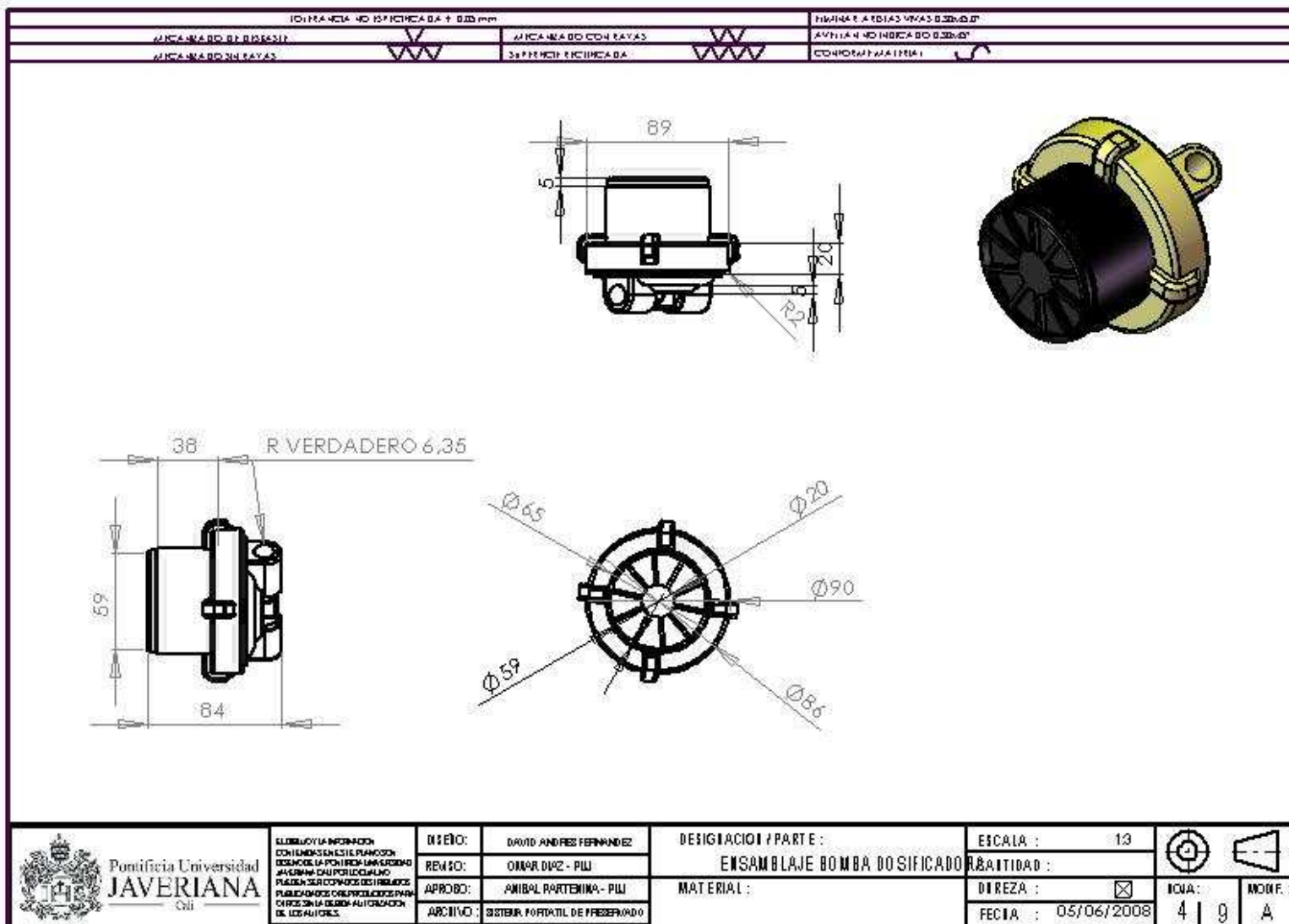
TOLERANCIA NO ESPECIFICADA ± 0.05 mm		FILINAR A TODAS VÍAS 0.30x0.07	
ALICATA DO BL 0.02x0.07	ALICATA DO CON RAYAS	ALICATA DO CON RAYAS	ALICATA DO CON RAYAS
ALICATA DO CON RAYAS	ALICATA DO CON RAYAS	ALICATA DO CON RAYAS	CONFORME MATERIAL

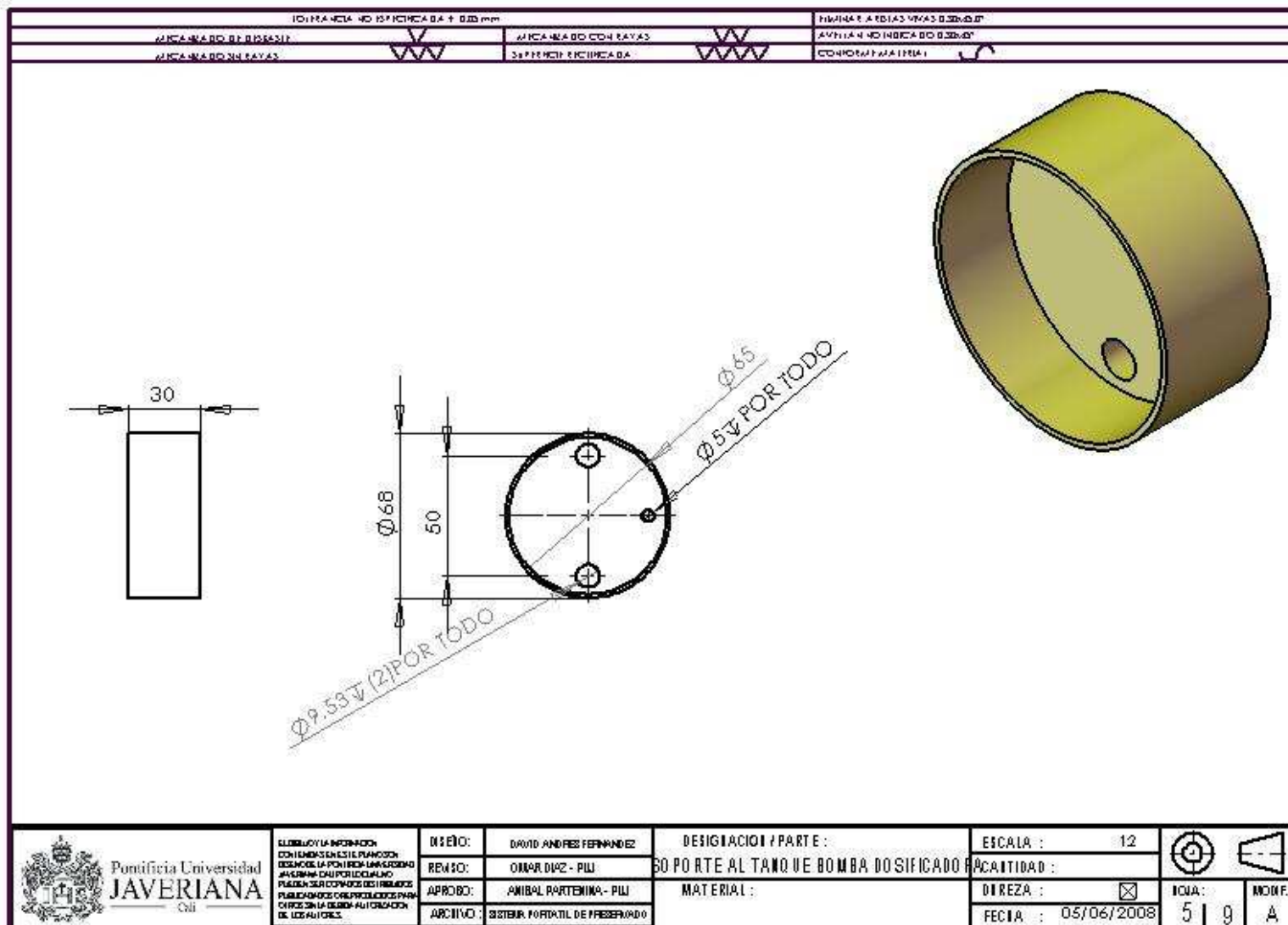


Nº DE ELEMENTO	NÚMERO DE PIEZA	CANT.
1	MOTOR SUPERIOR BOMBA DOSIFICADORA	1
2	MOTOR BOMBA DOSIFICADORA	1
3	ROSCA_BOMBA	1
4	SOPORTE BOMBA DOSIFICADORA	1


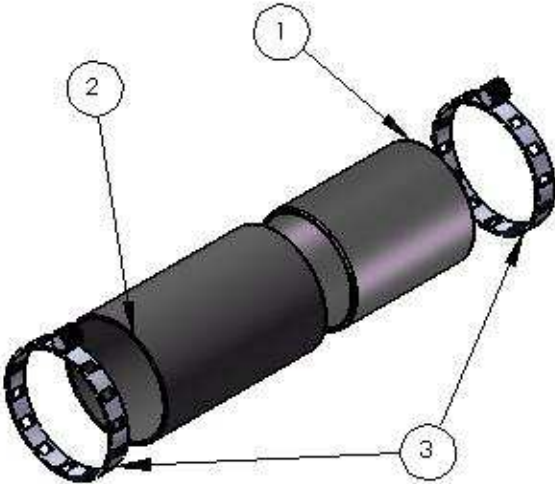
 Pontificia Universidad JAVERIANA Cali	ELABORÓ LA INFORMACIÓN CON LOS DATOS EN ESTE PLANO SON DE SU PROPIEDAD Y NO SE DEBE JAVERIANA O AL POR LO QUE NO PUEDE SER COMERCIALIZADO PUBLICACIÓN DE PRODUCCIÓN PARA OTRO SIN LA DEBIDA AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES.	DISEÑO:	DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	DESIGNACIÓN / PARTE : ENSAMBLAJE BOMBA DOSIFICADORA	ESCALA :	12	 	
		REVISÓ:	OMAR DÍAZ - PIU		MATERIAL :	QUANTIDAD :		
		APROBÓ:	ANIBAL PARTENINA - PIU			DIRECCIÓN :		<input checked="" type="checkbox"/>
		ARCHIVO :	SISTEMA PORTATIL DE PRESERVADO			FECHA :		05/06/2008

CANT.	3	9	MOD. :	A
-------	---	---	--------	---





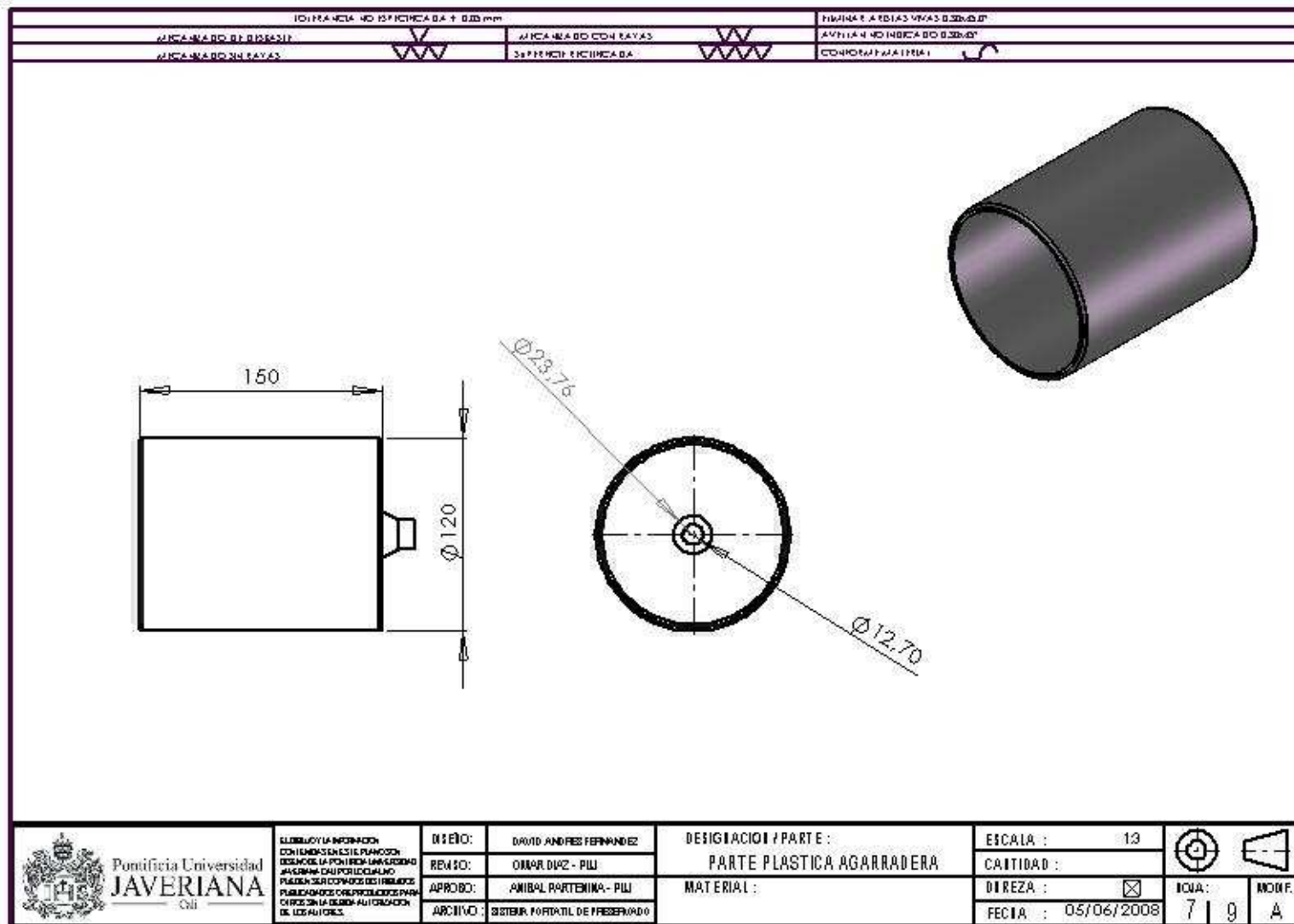


TOLERANCIA NO ESPECIFICADA ± 0.03 mm		FINANZA A TODAS VECES 0.0045 0°	
ACABADO DE BORDOS	ACABADO CON RAYAS	ACABADO INDICADO 0.0045 0°	CONFORME A NORMA
ACABADO SIN RAYAS	SIN RAYAS ESPECIFICADAS	ACABADO INDICADO 0.0045 0°	CONFORME A NORMA

N° DE ELEMENTO	NÚMERO DE PIEZA	CANT.
1	PARTE PLÁSTICA AGARRADERA	1
2	AGARRADERA CAUCHO VULCANIZADO	1
3	AGARRADERA METÁLICA	2

 <div style="text-align: left; padding-left: 5px;"> Pontificia Universidad JAVERIANA <small>Cali</small> </div>	EL DISEÑO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDOS EN ESTE PLANO SON DE LA PROPIEDAD INTELLECTUAL DE LA UNIVERSIDAD JAVERIANA. CUALQUIER USO NO AUTORIZADO DE ESTE PLANO SIN LA DEBIDA AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES.	DISEÑO:	DAVID ANDRÉS FERNÁNDEZ	DESIGNACIÓN / PARTE : ENSAMBLE AGARRADERA GUADUA	ESCALA :	1:5		
		REVISÓ:	OMAR DÍAZ - PIU		CANTIDAD :			
		APROBÓ:	ANIBAL PARTENINA - PIU		DIRECCIÓN :	<input checked="" type="checkbox"/>		
		ARCHIVO :	SISTEMA PORTÁTIL DE PRESERVACIÓN		FECHA :	05/06/2008		
					HOJA :	6 9	MOD. :	A



Anexo B. Pruebas De Penetración Para La Guadua

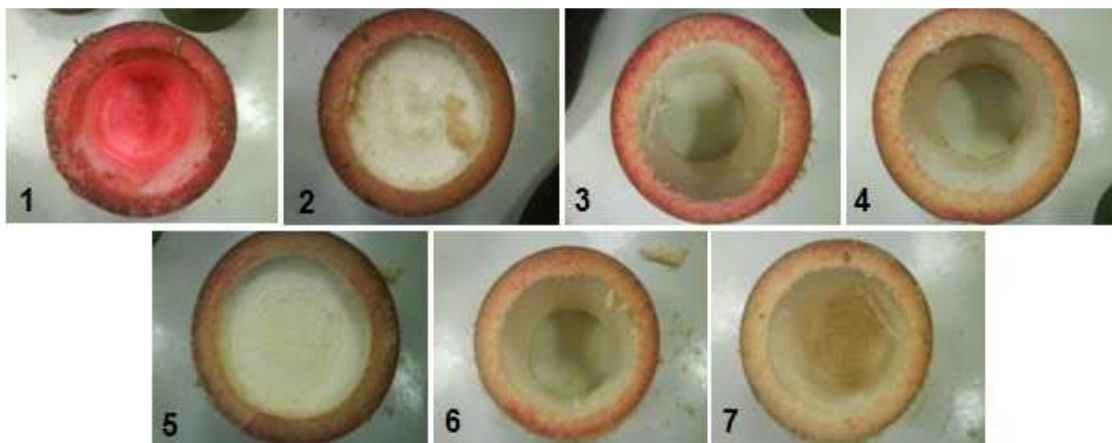
Para garantizar que el líquido preservante penetre en la guadua, y para llegar a la escogencia del método por el cual se iba a realizar el proceso, se realizaron unas pruebas en las que mediante el uso de la gravedad y el peso del agua, se podría medir cuanta distancia traspasaría el preservante en la guadua.

Esto con el fin de asegurar que el método Boucherie era completamente funcional, y que se pudiera garantizar al final un producto óptimamente preservado.

Para la realización de estas pruebas se construyó un tanque prototipo, que aunque poco estético, suplía la función de preservado por gravedad; Este sistema estaba conformado por un tanque de cinco galones el cual se usa normalmente para el transporte de gasolina, una manguera de lavadora, un neumático vulcanizado y una guadua de un metro de longitud.

El líquido que se utilizó fue agua mezclada con anilina, con el fin de imitar en cierta manera la consistencia del pentaborato, pues aunque su densidad no varía considerablemente, las partículas que no queden homogenizadas en la mezcla, pueden provocar una mala penetración, además se uso este colorante para poder observar que tanto penetraba este líquido a la guadua.

A continuación se puede observar como se vio afectada la guadua luego de este proceso:



Siguiendo el orden de las graficas, se puede observar como el líquido va penetrando la guadua, por lo que al cortarla en pequeños trozos, la anilina va pintando las fibras y atravesándola de manera tal, que mediante la presión que ejerce la gravedad, el líquido pudo penetrar toda la guadua en tan solo diez minutos, lo cual sirve como punto de referencia para afirmar, que con

una presión de diez a quince libras, el preservante puede atravesar una guadua de ocho metros, en aproximadamente quince minutos.

Un factor adicional que ofrece esta prueba, es la determinación de la cantidad de líquido que se necesitaría para preservar una sola guadua, de acuerdo a las pruebas realizadas, se necesitaría aproximadamente medio litro de preservante para preservar un metro de guadua, por lo cual, para una guadua de 8 metros, se necesitarían de 4 a 5 litros de líquido, es por esto que se puede afirmar que con el tanque lleno, es posible realizar el preservado de un lote de 5 a 6 guaduas, sin tener que preocuparse por la cantidad de líquido en el tanque.

Anexo C. Futuras Mejoras

- Instalación de una regleta que sea visible por el operario, con el fin de cuantificar la cantidad de líquido que se dispone para realizar el preservado.
- Diseño e implementación de dispositivo que permita identificar el nivel de carga en la batería del sistema, esto con el fin de evitar que el mecanismo este susceptible a paros inesperados lo cual conllevaría a pérdida de tiempo y poca productividad.
- Debido a que el usuario podrá utilizar agua de rio para generar el líquido preservante, es preciso implementar un filtro que límite el paso de partículas que puedan afectar el funcionamiento de la bomba y la calidad del preservante.

Para brindar un poco mas de automatización al sistema, se puede reemplazar la válvula de tres vías, por electroválvulas, esto con el fin de mermar la intervención del usuario en el mecanismo, sin embargo es preciso afirmar que el sistema eléctrico debe ser simple por cuestiones de portabilidad, es por esto que esta implementación debe realizarse siempre y cuando se mantenga la simplicidad del mismo.

- El sistema de agarre a la guadua, puede ser mejorado mediante el uso de caucho-espuma, con el fin de dar versatilidad al sistema, y evitar que cuando se presenten guaduas que estén en el límite de la tolerancia especificada, existan perdidas de presión o de fluido, causadas por una pobre fijación en cuanto al cubrimiento de la superficie de la guadua.
- Para el sistema de agarre a la guadua, se puede reemplazar el mecanismo de sujeción, el cual utiliza tornillos por uno que utilice correas, esto con el fin de minimizar el uso de herramientas en el sistema y brindar rapidez en cuanto a la conexión con la guadua.